

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЭКСПЕРТНО-КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

---

# ТИПОВЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ

Часть II

Под редакцией А.Ю. Семёнова  
Общая редакция канд. техн. наук В.В. Мартынова

Москва 2012

УДК 343.9

*Одобрены и рекомендованы к опубликованию  
Методическим и Редакционно-издательским советами ЭКЦ МВД России*

Рецензенты:

П.Л. ГРИШИН (ЭКЦ ГУ МВД России по г. Москве);

И.И. ЛУКИН (ЭКЦ ГУ МВД России по Московской области)

**Типовые** экспертные методики исследования вещественных доказательств. Ч. II / Под ред. А.Ю. Семёнова. Общая редакция канд. техн. наук В.В. Мартынова. – М.: ЭКЦ МВД России, 2012. – 800 с.

ISBN 978-5-9243-0228-7

Содержатся типовые методики по производству экспертиз в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел, предусмотренных приказом МВД России от 29 июня 2005 г. № 511: биологической; ботанической; бухгалтерской; взрывотехнической; геммологической; медико-криминалистической; налоговой; пожарно-технической; почвоведческой; финансово-аналитической; материалов, веществ и изделий; пищевых продуктов.

Для сотрудников экспертно-криминалистических, оперативных и следственных служб, прокуратуры и судов, а также для преподавателей и слушателей учебных заведений правоохранительных органов.

УДК 343.9

План выпуска литературы ЭКЦ МВД России, 2012, поз. 3

**ТИПОВЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ  
Часть II**

*Под редакцией А.Ю. Семёнова*

*Общая редакция канд. техн. наук В.В. Мартынова*

Редакторы *М.П. Фроленко, В.А. Цецорина*

Технический редактор *О.С. Александрова*

Корректоры *Р.А. Илялетдинова, И.Н. Сорочихина*

---

Подписано в печать 27.12.2012 г. Формат 60×90 1/16. Печать офсетная.

Печ. л. 50,0. Уч.-изд. л. 52,8. Тираж 600 экз. Заказ № 2936.

---

ОАО «Щербинская типография», 117623, г. Москва, ул. Типографская, д. 10

ISBN 978-5-9243-0228-7

© ЭКСПЕРТНО-КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МВД РОССИИ, 2012

# **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТКАНЕЙ И ВЫДЕЛЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА, ЖИВОТНЫХ**

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ГРУППОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ТКАНЕЙ И ВЫДЕЛЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА**

*Е.Ю. Афанасьева*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление групповой принадлежности тканей и выделений человека.

### **Объекты исследования**

Кровь, сперма, слюна, костные ткани, мышечные ткани, моча, пот, волосы.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Имеется ли на представленных предметах кровь?

Если да, то какова ее видовая принадлежность?

Какова групповая принадлежность крови?

Могла ли кровь произойти от гр-на И.?

Имеется ли на представленном предмете пот (слюна, сперма)?

Если да, то какова групповая принадлежность пота (слюны, спермы)?

Мог ли пот (слюна, сперма) произойти от гр-на И.?

Имеется ли на представленном фрагменте марли моча?

Какова групповая принадлежность волос, представленных на исследование?

Могли ли волосы произойти от гр-на И.?

Каково видовое происхождение фрагментов мышечных тканей, представленных на исследование?

### **Сущность методики**

Установление антигенов и агглютининов в тканях и выделениях человека.

## Подзадачи

### **1. Установление наличия крови и выделений на предмете-носителе.**

*Объекты исследования.* Следы вещества, похожие на кровь и выделения; фрагменты предметов-носителей из мест наиболее вероятного расположения выделений человека.

*Принципы решения подзадачи.* Микроспектральное исследование крови; тонкослойная хроматография; качественный анализ на амилазу; цитологическое исследование.

### **2. Установление видовой принадлежности крови и тканей.**

*Объекты исследования.* Кровь, мышечные ткани.

*Принципы решения подзадачи.* Метод преципитации в жидкой среде; иммунодиффузия в агарозном геле; электроиммунофорез.

### **3. Установление групповой принадлежности жидкой крови и агглютининов высушенной крови.**

*Объекты исследования.* Кровь жидкая и высушенная.

*Принципы решения подзадачи.* Перекрестная реакция по Шиффу; метод покровного стекла по Ляттесу.

### **4. Установление антигенов тканей и выделений человека.**

*Объекты исследования.* Кровь, сперма, слюна, костная ткань, мышечная ткань, пот, волосы.

*Принципы решения подзадачи.* Реакция торможения агглютинации; реакция агглютинации в количественной модификации; реакция абсорбции-элюции; иммуноферментный анализ.

### **5. Установление группы крови по выявленным агглютинином и антигенам.**

*Объект исследования.* Наблюдаемая агглютинация или преципитация в сочетаниях антиген–антитело, характерных для определенных групп крови.

*Принцип решения подзадачи.* Установление наличия агглютинации в препаратах или образование преципитации на мембране и в геле.

## **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Наличие белковых соединений, характерных для определенного вида тканей и выделений, видоспецифичных иммуноглобулинов, а также группоспецифичных антигенов и агглютининов.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Микроскоп бинокулярный биологический (объективы 10<sup>×</sup>, 40<sup>×</sup>, 100<sup>×</sup>; окуляр 10<sup>×</sup>).

Микроскоп бинокулярный люминесцентный (объективы 10<sup>×</sup>, 40<sup>×</sup>, 100<sup>×</sup>; окуляр 10<sup>×</sup>).

Центрифуги (скорость вращения – 10 000–15 000 об/мин).

Холодильники и морозильники (температура +4 и –20 °С).

Вытяжной шкаф.

Дистиллятор.

Весы электронные (до 100 ± 0,01 г).

Источник бесперебойного питания.

Качающаяся платформа.

Термостат (с переменной температурой до 100 °С).

Дозаторы с меняющимся объемом (до 200 мкл; до 1000 мкл).

Магнитная мешалка с подогревом.

Автоматическое рабочее место эксперта (компьютер, монитор, принтер).

Кварцевая лампа.

Микропробирки объемом 1,5 мл.

Пробирки объемом 15 и 50 мл.

Штативы для микропробирок.

Наконечники к дозаторам (до 200 мкл; до 1000 мкл).

Магнитные элементы.

Стекла предметные.

Стекла покровные.

Пластинки для тонкослойной хроматографии (типа «Сорбфил»).

Чашки Петри диаметром 10, 15 и 30 см.

Изоагмагглютинирующие сыворотки групп крови А (II) и В (III).

Гетероиммунные сыворотки анти-А, анти-В и анти-Н.

Моноклональные антитела анти-А, анти-В и анти-Н.

Натрия хлорид.

Спирт этиловый (ректификат).

Серная кислота концентрированная.

Азотная кислота концентрированная.

Эфир этиловый (для наркоза).

Набор для иммуноферментного анализа (типа «Группоспот» производства фирмы «Гематолог+»).

Азур.

Эозин.

Масло иммерсионное.

Нормальный бутанол.

Уксусная кислота ледяная.

Крахмал.

Раствор Люголя.

Нингидрин.

Бензидин.

Перекись водорода.

Экспресс-тесты на наличие крови и спермы (PSA-белок) типа «HemDirect Hemoglobin Assay» и «PSA-semiquant cassette test» производства фирмы «Seratec» (Германия).

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Предварительное исследование***

Установление следов, подозрительных на объекты биологического происхождения, с применением предварительных проб при естественном и искусственном освещении.

Предварительная оценка степени загрязненности предмета-носителя и следа, а также размеров и насыщенности следа.

#### ***Установление наличия крови, пота, слюны и спермы<sup>1</sup>***

##### ***Микроспектральный метод***

Микроспектральный метод основан на способности гемоглобина образовывать с серной кислотой стойкое соединение – гематопорфирин.

Преимущества метода – возможность установления наличия крови в «старых» следах, в микроколичествах и следах, претерпевших значительные химические изменения.

Недостаток метода – невозможность установить степень загрязнения объекта потом.

Для установления наличия крови фрагменты нитей (частицы вещества) обрабатывают на предметных стеклах концентрированной

---

<sup>1</sup> При выборе метода установления наличия биологического объекта следует учитывать вид объекта, а также его количество, состояние, давность образования и условия хранения.

серной кислотой. Выявление спектра гематопорфирина проводят с помощью люминесцентного микроскопа. При микроспектральном исследовании препарата наблюдают ярко-оранжевые участки с максимумом свечения в 605 и 655 нм.

Положительный результат – выявление спектра гематопорфирина. Отсутствие свечения указывает на отсутствие гематопорфирина.

### *Метод тонкослойной хроматографии*

Метод тонкослойной хроматографии основан на разнице в длине пробега и способности белков к качественным реакциям. Метод универсален для установления наличия крови и пота.

Преимущества метода – одновременное установление в одном объекте пота и крови. Для установления наличия пота метод является единственным.

Недостатки метода – необходимость наличия большого количества крови (по сравнению с микроспектральным методом); невозможность установления наличия крови в «старых» следах или если кровь подверглась значительным химическим изменениям.

Для установления наличия пота и крови вырезки со следами и из контрольных участков заведомо известных образцов крови и пота заливают дистиллированной водой и экстрагируют в течение 18 ч при температуре 4 °С. Разделение полученных вытяжек проводят на пластине «Сорбфил» в системе растворителей: н-бутанол–ледяная уксусная кислота–вода дистиллированная; в качестве дополнительного контроля для пота используют 0,01%-й раствор серина. По капле каждой вытяжки наносят на пластину, которую помещают в камеру, насыщенную смесью растворителей. При достижении фронта растворителей отметки 120 мм пластину извлекают из камеры и подсушивают до исчезновения запаха уксусной кислоты.

Проявление хроматограмм для установления наличия пота проводят 0,1%-м спиртовым раствором нингидрина с последующим прогреванием пластины при температуре 80–100 °С до появления розово-фиолетового окрашивания. Положительным результатом является появление следов розово-фиолетового цвета с показателем  $R_f = 0,20-0,25$ .

Проявление хроматограмм для установления наличия крови проводят с предварительным прогреванием пластины при температуре 80–100 °С в течение 10 мин 0,1%-м раствором бензидина; затем высушивают

и обрабатывают 5%-й перекисью водорода. Положительным результатом является появление следов синего цвета с показателем  $R_f = 0,75-0,80$ .

### *Экспресс-метод*

Экспресс-метод является доказательным при установлении наличия крови и одновременно вспомогательным при установлении видовой принадлежности крови человеку (с помощью наборов типа «HemDirect Hemoglobin Assay»). Экспресс-тест позволяет доказательно установить принадлежность крови человеку, но не показывает возможного наличия примеси крови животного. Тест-полоски содержат два вида моноклональных антител к гемоглобину человека. При нанесении исследуемого вещества, содержащего гемоглобин человека, на мембрану образуется его окрашенный комплекс с мечеными антителами; в результате фиксации комплекса на мембране в месте иммобилизации второго вида антител происходит образование красноватой полосы.

Метод в основном применяется непосредственно на месте происшествия по инструкции, приложенной к набору. Соскоб или 2–3 нити с веществом, подозрительным на кровь, помещают в буфер; проводят экстракцию от 10 мин до 2 ч (в зависимости от предположительной давности образования следа); наносят на мембрану и наблюдают появление контрольной линии и красной линии (в случае положительного результата).

Метод относится к полуколичественным, позволяющим приблизительно оценить количество гемоглобина в образце. При использовании тест-полосок необходимо соблюдать установленные условия и сроки их хранения.

В лабораторных условиях рекомендуется проводить дополнительное исследование выявленных экспресс-методом следов крови на возможное содержание в них примеси крови животного.

### *Метод качественной реакции на амилазу*

Метод качественной реакции на амилазу (йодокрахмальный метод) используется только для установления наличия слюны. Существуют следующие модификации метода.

1. В жидкой среде. Вырезки из мест предполагаемого наличия слюны, контрольных участков и фрагмента марли, пропитанного слюной,

заливают (с небольшим избытком) свежеприготовленным 0,2%-м раствором крахмала на физиологическом растворе и помещают в термостат на 18 ч при температуре 37 °С. К полученным экстрактам добавляют по капле разведенный (1:3) раствор Люголя.

2. В геле. Производят экстракцию объектов, контрольных участков предмета-носителя и заведомого образца слюны дистиллированной водой. Готовят 1%-й агарозный гель с добавлением крахмала до 0,2%-й концентрации на физиологическом растворе. В лунки вносят приготовленные экстракты объектов и помещают в термостат на 18 ч при температуре 37 °С; затем на гель наливают 5 мл раствора Люголя, разведенного водой (1:3).

Положительный результат – появление обесцвеченной зоны вокруг лунки или обесцвечивание раствора.

Преимуществом варианта метода в геле является возможность приблизительно оценить количество слюны в объекте и взять меньшее количество объекта для дальнейшего исследования.

#### *Цитологический метод*

Цитологический метод установления наличия спермы основан на визуальных особенностях сперматозоидов: окраске, форме и размерах.

Для установления наличия спермы вырезки из участков, на которых предполагается ее наличие, экстрагируют дистиллированной водой в течение 18 ч при температуре 4 °С. Полученные экстракты центрифугируют 15 мин при скорости 10 000 об/мин. Осадки переносят на обезжиренные предметные стекла, подсушивают при комнатной температуре, фиксируют этанолом в течение 15 мин и окрашивают азур-эозиновой смесью (эозин–дистиллированная вода–азур в соотношении 1,0:3,5:1,5) в течение 30 мин. Затем препараты промывают в проточной воде и подсушивают.

Изучение препаратов проводят микроскопически с использованием объектива масляной иммерсии с увеличением 100<sup>×</sup>.

Положительным результатом является наличие (как минимум) 1–2 головок сперматозоидов с характерным биполярным окрашиванием соответствующих размера и формы.

Преимущества метода – возможность визуальной оценки количества клеток; показание степени загрязненности объекта микрофлорой и клетками эпителия; необходимость наличия минимального количества клеток (1–2 сперматозоида) для получения положительного результата.

Недостатки метода – невозможность установления наличия спермы в следе при отсутствии клеток вследствие лизиса сперматозоидов под влиянием внешних факторов или патологического состояния лица, оставившего след спермы (олигоспермия, азооспермия).

#### *Экспресс-метод на PSA-белок*

Экспресс-метод на PSA-белок – дополнительный доказательный метод установления спермы человека (с помощью наборов типа «PSA-semiquant cassette test»), который выявляет белок P-30, в большом количестве содержащийся в сперме человека. PSA – это простатический специфический антиген (т.е. белок p30), который содержится в сперме в сотни тысяч раз большем количестве, чем в других тканях и выделениях человека: в сперме – 800–200 000 нг/мл; в крови здоровых людей – менее 4 нг/мл; в вагинальных выделениях – менее 1 нг/мл. Например, набор «PSA-semiquant cassette test» открывает наличие в образце 4 нг/мл белка p30. Однако в связи с тем, что этот белок присутствует (в незначительных количествах) во влагалищных выделениях, в слюне, необходимо учитывать возможное получение ложноположительного результата при исследованиях содержимого влагалища и ротовой полости.

Тест используется для установления спермы на месте происшествия и в лабораторных условиях по инструкции, приложенной к наборам (если сперматозоиды в следе отсутствуют вследствие гнилостных изменений, азооспермии и т.д.).

Для установления наличия спермы экстракт исследуемого вещества наносят на тест-полоску и наблюдают появление красной линии и двух контрольных линий. Принцип метода основан на образовании комплекса антиген–антитело (с меткой). Тест-полоски содержат меченые моноклональные антитела к PSA. При нанесении на них исследуемого вещества, содержащего PSA, образуется окрашенный комплекс Ag–Ат в виде красной линии в том месте, где иммобилизованы Ат.

Метод относится к полуколичественным, так как позволяет приблизительно оценить количество специфичного белка в образце. При использовании тест-полосок необходимо соблюдать установленные условия и сроки их хранения.

### ***Установление видовой принадлежности крови и мышечной ткани***

Методами установления видовой принадлежности являются преципитация в жидкой среде и иммунодиффузия в агарозном геле, основанные на иммунологической реакции преципитации, т.е. способности антигенов связываться с одноименными антителами и образовывать (при оптимальном соотношении) видимый осадок. Роль видоспецифичных антигенов играют в основном белки классов альбуминов и альфа-глобулинов человека и животных. Антитела к этим белкам, т.е. сыворотки, преципитирующие белки человека и животных, получают путем иммунизации кролика (или другого животного) нормальной сывороткой (или ее фракцией) крови животного соответствующего вида.

#### *Преципитация в жидкой среде*

Подбор оптимального соотношения для жидкой среды производится с помощью пробы Геллера (с азотной кислотой), основанной на свойствах белков образовывать видимый осадок с концентрированной азотной кислотой:

в пастеровскую пипетку набирают 1–2 капли исследуемого экстракта; конец капилляра опускают под углом 30° в азотную кислоту; на границе двух жидкостей наблюдают образование белого осадка, количество которого зависит от количества белка в экстракте; при исследовании нормальной сыворотки крови, разведенной в пропорции 1:1000, наблюдают слабо выраженный белый осадок, что оптимально для реакции кольцепреципитации в жидкой среде.

Экспресс-метод определения видовой принадлежности крови с помощью наборов типа «HemDirect Hemoglobin Assay» является вспомогательным и используется на месте происшествия по инструкции, приложенной к набору. При использовании тест-полосок необходимо соблюдать установленные условия и сроки их хранения. Также нужно учитывать, что при получении положительного результата (установлении крови человека в следе) этот след необходимо проверить на возможное наличие в нем примеси крови животного<sup>1</sup> одним из следующих методов.

---

<sup>1</sup> Установление групповой принадлежности крови человека при наличии в следе примеси крови животного невозможно.

### *Кольцепреципитация в жидкой среде*

Из крови контрольных участков предмета-носителя готовят вытяжки путем экстрагирования дистиллированной водой. В вытяжке с кровью содержание белка проверяют с помощью пробы Геллера. Используют сыворотки, преципитирующие белок человека, рогатого скота, свиньи и птицы. Сыворотки предварительно проверяют в отношении титра и специфичности. Реакцию проводят в пробирках с вытянутым дном или в капиллярах пастеровских пипеток в течение 1 ч при комнатной температуре.

В пробирки добавляют экстракты исследуемой крови и экстракты предмета-носителя. Подслаивают видоспецифичные сыворотки на белок человека, рогатого скота, свиньи и птицы (в зависимости от задачи набор видоспецифичных сывороток может различаться). При положительной реакции в пробирке с соответствующей сывороткой на границе двух сред (сыворотки и экстракта крови) в течение 3–5 мин образуется белый осадок; во всех других пробирках осадок не образуется.

Образование осадка с двумя (и более) видоспецифичными сыворотками свидетельствует о смеси крови, произошедшей от двух (и более) видов животных и/или человека и животных.

Достоинства метода кольцепреципитации в жидкой среде – получение результата в течение часа.

Недостатки метода – невозможность получить результат для мутных экстрактов. Кроме того, метод не подходит для реакции с экстрактами из мышечных тканей; необходим подбор оптимального разведения экстрактов крови.

### *Иммунодиффузия в 1%-м агарозном геле*

Из крови контрольных участков предмета-носителя готовят вытяжки путем экстрагирования дистиллированной водой. Производят экстракцию объектов, контрольных участков предмета-носителя дистиллированной водой. Готовят 1%-й агарозный гель на физиологическом растворе. В геле пробивают лунки (центральную и на расстоянии 1–1,5 см вокруг нее). В центральную лунку вносят приготовленные экстракты объектов и предметов-носителей. В лунки, расположенные по окружности, вносят соответствующие видоспецифичные сыворотки. Чашки Петри с гелем помещают в термостат на 18 ч при температуре 37 °С.

При положительной реакции на прямой линии между объектом и видоспецифичной сывороткой образуется преципитат в виде полосы белого цвета. Образование преципитата с двумя (и более) видоспецифичными сыворотками свидетельствует о смеси крови, произошедшей от двух (и более) видов животных и/или человека и животных.

Достоинства метода преципитации в 1%-м агарозном геле – независимость от прозрачности экстракта; пригодность для установления видовой принадлежности мышечной ткани; отсутствие необходимости подбора объекта.

Недостаток метода – длительность реакций.

### ***Установление групповой принадлежности жидкой крови и агглютининов высушенной крови***

Антиген – это молекула, способная вызвать в организме специфический иммунный ответ, т.е. продукцию соответствующих антител. Молекула антигена специфически связывается с антителами за счет своих определенных участков, называемых антигенными детерминантами. Антигенные детерминанты – это участки трехмерной структуры антигенов, которые способны взаимодействовать с антигенсвязывающими центрами специфических антител. Каждая молекула антитела специфична по отношению к той антигенной детерминанте, с которой она связывается.

Таким образом, специфичность антисыворотки определяется множеством специфичностей образующих ее антител.

В основе методов выявления антигенов и антител лежит реакция гемагглютинации, т.е. реакция связывания (склеивания) эритроцитов под воздействием антител одноименной сыворотки. Например, сыворотка крови человека группы  $V\alpha$  (III), называемая сывороткой альфа или сывороткой анти-А, агглютинирует тест-эритроциты А (также для сыворотки анти-В и тест-эритроцитов В).

Антигены А, В, и Н по химической природе являются гликолипидами и гликопротеинами. Три детерминанты (А, В и Н) имеют в основном один и тот же химический состав. Отличия в серологической специфичности антигенов определяются терминальными сахарами, прикрепленными к одной основной олигосахаридной цепочке. Они различны у трех антигенов: L-фукоза – для антигена Н;  $\alpha$ -N-ацетилгалактозамин – для антигена А; D-галактоза – для антигена В.

Существуют несколько подгрупп (вариантов) антигена А, антигена В и антигена Н. В судебной биологии имеет значение существование антигенов А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub> и А<sub>3</sub>. Другие подгруппы антигенов А, В и Н не выявляются иммунологическими методами исследования и как маркеры пятен крови не используются. Различия между антигенами А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub> и А<sub>3</sub> обусловлены особенностями в биохимической структуре сахаров; кроме того, количеством А-антигенных детерминант на клетках.

Антигены эритроцитов человека являются структурными образованиями, расположенными на внешней поверхности мембраны эритроцитов, и обладают способностью взаимодействовать с соответствующими антителами с образованием комплекса антиген–антитело. Характерная особенность, отличающая систему антигенов АВ0 от других систем антигенов, – постоянное присутствие в сыворотке крови человека (кроме лиц с группой крови АВ) естественных, врожденных антител (агглютининов) альфа и бета, направленных к антигенам А и В.

Для определения антигенов системы АВ0 производятся три варианта антител:

1) изогемагглютинирующие сыворотки (изосыворотки) альфа и бета; это нормальные сыворотки крови доноров групп В $\alpha$  (III) и А $\beta$  (II), которые изготавливаются, например, на городских станциях переливания крови; титр этих сывороток, как правило, 1:32–1:64 (крайне редко встречаются доноры, имеющие титр собственной сыворотки 1:128);

2) гетероиммунные гемагглютинирующие сыворотки анти-А, анти-В и анти-Н; эти сыворотки изготавливаются путем иммунизации животных (например, кролика и барана) эритроцитами крови человека групп А и В; титр этих сывороток – от 1:128 до 1:512; сыворотка анти-Н для исследования крови и выделений изготавливается путем иммунизации козы слюной человека с группой крови 0 (I); сыворотки анти-Н имеют, как правило, более низкий титр (1:64; 1:128);

3) моноклональные антитела («Цоликлоны») анти-А, анти-В и три вида анти-Н, которые продуцируются гибридами, имеют высокий титр (для судебно-медицинских целей используются антитела с титром 1:512; 1:1024).

Перед использованием любых сывороток и антител, поступивших в лабораторию, эксперт должен проверить их специфичность и титр.

Тест-эритроциты готовятся в лаборатории. Для приготовления тест-эритроцитов А, В и 0 у доноров, имеющих группу крови А (II), В (III) и 0 (I), берут по 50 мкл крови и помещают в пробирки с 10 мл физиологического раствора; центрифугируют (скорость – 2000 об/мин, время – 5 мин); осадок заливают новой порцией физиологического раствора, вновь центрифугируют. В осадок дважды отмытых эритроцитов добавляют по 5 мл физиологического раствора и получают 1%-е тест-эритроциты, из которых готовят разведением в физиологическом растворе 0,1–0,5%-е тест-эритроциты (возможно их хранение до 3–4 дней при температуре 4 °С).

Эритроциты крови разных доноров имеют разную агглютинабельность, т.е. разную способность вступать в реакцию агглютинации с сывороткой в больших или меньших ее разведениях. Поэтому значение титра одной сыворотки, титруемой эритроцитами разных доноров, может различаться. Возможна закупка эритроцитарной массы на станциях переливания крови. Однако необходимо учитывать, что эритроциты в одной упаковке могут происходить от разных людей с одной группой крови и иметь разную агглютинабельность.

Основной серологической системой, используемой для определения групповой принадлежности крови и выделений человека в целях судебно-биологической экспертизы, является система АВ0.

Открытие эритроцитарных антигенов А и В позволило установить, что кровь людей делится на 4 группы. Кровь каждой из четырех групп людей имеет (не имеет) в разных сочетаниях антигены А и В и агглютинины (антитела) альфа ( $\alpha$ ) и бета ( $\beta$ ):

0 $\alpha\beta$  (I) не содержит антигены А и В, содержит антиген Н и агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ ;

А $\beta$  (II) содержит антиген А и агглютинин  $\beta$ ;

В $\alpha$  (III) содержит антиген В и агглютинин  $\alpha$ ;

АВ (IV) содержит антигены А и В и не содержит агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ .

Во всех группах в разных количествах содержится антиген Н; для групп А $\beta$  (II), В $\alpha$  (III) и АВ (IV) он считается сопутствующим.

#### *Установление группы жидкой крови по Шиффу*

Определение группы жидкой крови проводят в пробирках по методу Шиффа. Исследуют отдельно сыворотку и эритроциты крови. При стоянии в пробирках или центрифугировании жидкая кровь расслаивается на две фазы: сверху – сыворотка крови, а на дне – сгусток

эритроцитов. Сыворотку неизвестной крови исследуют с 1%-ми тест-эритроцитами А и В. Из эритроцитов образца неизвестной крови готовят 1%-ю взвесь эритроцитов неизвестной крови, которую исследуют сыворотками анти-А и анти-В (титр 1:32–1:64):

в двух пробирках смешивают по 100 мкл исследуемой сыворотки неизвестного образца крови и по 200 мкл 1%-х тест-эритроцитов А и В; в двух других пробирках смешивают по 200 мкл эритроцитов исследуемой крови и по 100 мкл сывороток анти-А и анти-В; четыре пробирки центрифугируют (скорость – 2000 об/мин, время – 5 мин); образовавшийся осадок перемешивают и исследуют микроскопически.

В препаратах с эритроцитами исследуемой крови наличие агглютинации с сывороткой анти-А выявляет антиген А; агглютинация с сывороткой анти-В выявляет антиген В. В препаратах сыворотки исследуемой крови агглютинация с тест-эритроцитами А выявляет агглютинин альфа; агглютинация с тест-эритроцитами В – агглютинин бета.

Выявление антигена А и агглютинина  $\beta$  устанавливает принадлежность крови группе А $\beta$  (II); наличие антигена В и агглютинина  $\alpha$  соответствует группе крови В $\alpha$  (III). Наличие агглютининов  $\alpha$  и  $\beta$  и отсутствие антигенов А и В соответствуют принадлежности крови группе 0 $\alpha\beta$  (I). Наличие антигенов А и В и отсутствие агглютининов  $\alpha$  и  $\beta$  устанавливают принадлежность крови группе АВ (IV).

#### *Установление агглютининов крови по Ляттесу*

Агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ , содержащиеся в плазме крови объекта, можно установить только в «свежих» (1–3 мес., иногда – до 6 мес.) пятнах или наслоениях крови. Агглютинины, не стойкие к воздействиям внешней среды, легко разрушаются микроорганизмами. Агглютинины трупной крови часто не выявляются и в смывах.

Выявление в крови агглютининов  $\alpha$  и  $\beta$  является дополнительной информацией о группе крови к информации о наличии/отсутствии антигенов; только по наличию агглютининов не делают заключение о группе крови, в том числе о группе 0 $\alpha\beta$  (I).

При приготовлении препарата необходимо избегать образования пузырьков воздуха, так как за счет поверхностного натяжения воды на границе двух сред образуются скопления эритроцитов, напоминающих агглютинацию, что ведет к возникновению непреднамеренной ошибки в заключении.

Наличие агглютинации в препаратах крови с тест-эритроцитами А открывает агглютинин  $\alpha$ ; агглютинация в препаратах крови с тест-

эритроцитами В – агглютинин β. В контрольных препаратах крови с тест-эритроцитами 0 агглютинация должна отсутствовать, так как эти препараты не содержат антигены А и В (отрицательный контроль). Чтобы отличить агглютинацию от скопления эритроцитов, при исследовании под микроскопом на покровное стекло надавливают препаровальной иглой; при этом случайные скопления эритроцитов распадаются, а агглютинаты перемещаются целиком. При исследовании свежих пятен крови агглютинация, как правило, появляется в течение 1 ч; в старых пятнах – по мере экстракции сухой плазмы крови во взвесь эритроцитов. Агглютинация, появившаяся более чем через 8 ч, не учитывается, так как может быть неспецифической за счет подсыхания препарата.

Для приготовления препарата из пятен крови вырезают по 3 кусочка размером 5 × 5 мм (можно исследовать соскобы), которые помещают по отдельности на предметные стекла (без фиксации), накрывают покровными стеклами и подслаивают по отдельности тест-эритроциты А, В и 0. Препараты помещают во влажные камеры и периодически микроскопируют в течение 8 ч.

#### ***Установление антигенов тканей и выделений человека***

Для установления антигенов в объекте биологического происхождения используются реакция торможения агглютинации, реакция абсорбции в количественной модификации, реакция абсорбции-элюции и иммуноферментный анализ. При выборе метода эксперт должен исходить из вида объекта исследования (кровь, сперма, слюна, пот и др.), степени его сохранности, количества исходного материала, а также степени загрязненности и вида предмета-носителя (ткань, бумага, древесина и др.).

#### ***Реакция торможения агглютинации***

Антигены А, В и Н являются частью мембран всех клеток тканей организма. Кроме того, около 80 % лиц имеют антигены в растворенном виде в различных секреторных жидкостях организма. Люди, чьи жидкие секреты несут групповые антигены, называются «выделители»; 20 % людей имеют антигены только на эритроцитах и в клетках тканей и в малых количествах (не выявляемых иммунологическими методами) имеют их в жидких секретах; людей с такими свойствами организма относят к категории «невыделители».

Реакция торможения агглютинации используется для установления антигенов в следах слюны на бумаге (окурки, фрагменты бумаги).

Этот метод быстр в исполнении, но выявляет только антигены А и В слюны людей, относящихся к категории «выделителей» групповых свойств. Метод торможения агглютинации проводят, используя сыворотки анти-А и анти-В с низким титром (1:32 или 1:64).

При высыхании бумаги, пропитанной слюной, содержащиеся в ней антигены А и/или В осаждаются на волокна бумаги и неспецифически связываются с ними. При пропитывании фрагментов бумаги сыворотками происходит специфическая абсорбция одноименных антител на антигены. Если антигенов А и/или В на бумаге нет, то антитела сыворотки остаются между волокнами в свободном состоянии.

Во влажной среде (при добавлении тест-эритроцитов) в препарате, где антитела находятся в свободном состоянии (отсутствует комплекс Аг–Ат), их выход во взвесь и образование агглютинации с тест-эритроцитами происходят в течение 10 мин. Если в препарате образован комплекс Аг–Ат, то процесс взаимодействия его с тест-эритроцитами протекает с заметной задержкой, так как в это время происходят разрушение неспецифических связей антигена с волокнами бумаги и диффузия значительно более крупного (по сравнению с дискретным антителом) комплекса во взвесь тест-эритроцитов. Задержка агглютинации на 20 мин указывает на наличие одноименного антигена в препарате. Учет результатов проводится по разнице во времени образования агглютинации в препаратах из одного объекта. Параллельно ставится контрольная реакция со слюной доноров известных групп, относящихся к категории «выделителей».

Для приготовления препарата к двум фрагментам фильтра сигареты (0,3 × 0,3 см) из области пятен слюны и к контрольным фрагментам предмета-носителя добавляют (на стеклах или в пробирках) сыворотки анти-А и анти-В и проводят абсорбцию в течение 15 мин при комнатной температуре. Затем исследуемые фрагменты фильтра сигареты подсушивают на фильтровальной бумаге в течение 15–20 мин и помещают на предметные стекла; накрывают покровными стеклами и под них «подслаивают» 0,1%-е взвеси тест-эритроцитов А и В (соответственно). Оставляют на 10 мин; микроскопическое исследование проводят в течение не более 20 мин.

Появление агглютинации в препарате через 10 мин является отрицательным результатом. Положительным результатом реакции является задержка агглютинации в препарате в течение 20 мин. Отсутствие агглютинации указывает на наличие антигена.

Преимущество метода – возможность быстро произвести предварительную сортировку большого количества окурков по группам крови. Кроме того, метод практически не чувствителен к контаминации микрофлорой и потом.

Недостаток метода – невозможность установления групповой принадлежности слюны лиц, относящихся к категории «невыделителей» групповых свойств, и лиц, имеющих группу крови 0αβ (I).

#### *Реакция абсорбции в количественной модификации*

Принцип этого метода основан на абсорбции антител сывороток анти-А, анти-В и анти-Н одноименными антигенами пятна крови (пота, слюны или костного порошка), что ведет к значительному уменьшению количества антител в сыворотке, т.е. к снижению ее титра по отношению к исходной.

Наличие или отсутствие абсорбции антител антигеном устанавливают с помощью реакции гемагглютинации с тест-эритроцитами путем титрования исходных сывороток и сывороток после взаимодействия с объектом исследования.

Метод количественной реакции абсорбции состоит из трех этапов.

I этап – проверка титра используемых сывороток анти-А, анти-В и анти-Н с помощью стандартных тест-эритроцитов А, В и 0. Необходимо иметь изосыворотки (или гетероиммунные) с титром 1:32 или 1:64.

II этап – абсорбция антител сыворотки антигеном исследуемого объекта. При проведении этого этапа необходимо соблюдать следующие правила. Из исследуемого пятна или костного порошка готовят три одинаковые навески; из контрольного участка к этому следу делают аналогичные по весу три навески. Оптимальное количество исследуемого вещества и количество сыворотки для свежих пятен крови и выделений, как правило, составляет 25 мг навески крови на предмете-носителе и 100 мкл сыворотки; для костного порошка – 30 мг на 100 мкл сыворотки. Однако для старых и плохо экстрагируемых пятен крови (выделений) навеску необходимо увеличить. Вес (масса) навески малоинформативен о количестве крови и зависит от гигроскопичности предмета-носителя, поэтому можно брать пятна крови (выделений) на предмете-носителе размером примерно 0,5×0,5 см (для свежих) или 1,0×1,0 см (для старых) без взвешивания и заливать сыворотками в минимальном объеме (но таком, чтобы после их инку-

бации можно было отобрать не менее чем по 30 мкл сыворотки для последующего титрования). Объем используемой сыворотки также зависит от гигроскопичности предмета-носителя; важно соблюдать принцип: количество материала, заливаемое сывороткой, и объем сывороток анти-А, анти-В и анти-Н должны быть одинаковыми (этот принцип относится и к исследованию контрольных вырезок из предмета-носителя).

III этап – определение титра исходных и абсорбированных сывороток. Сравнивают титры исходных сывороток анти-А, анти-В и анти-Н до и после их инкубации с исследуемым веществом и контрольными вырезками из предмета-носителя.

Метод постановки реакции абсорбции в количественной модификации. Вырезки из области исследуемого вещества и вырезки из предмета-носителя заливают по отдельности в пробирках сыворотками анти-А, анти-В и анти-Н; закрывают от испарения и помещают в холодильник (температура +4 – +8 °С) на 18–20 ч. В процессе этой инкубации имеющиеся антигены исследуемого вещества абсорбируют антитела одноименной сыворотки, и первоначальный титр сыворотки меняется. Далее проводят титрование исходных, абсорбированных сывороток.

Уменьшение титра сыворотки не менее чем на 4 ступени поглощения по сравнению с титром исходной и сывороткой, абсорбированной предметом-носителем, указывает на наличие антигена в объекте.

Учет результатов проводят следующим образом:

титрование сыворотки анти-А, инкубированной с объектом, показало, что сыворотка не изменила свой титр по отношению к исходной и взаимодействующей с предметом-носителем; это значит, что антитела сыворотки не были абсорбированы, следовательно, антиген А в исследуемом объекте не содержится;

титр сыворотки анти-А после инкубации с объектом стал 1:4; титр сыворотки анти-А после инкубации с предметом-носителем и титр исходной сыворотки анти-А остались прежними 1:64, т.е. произошла абсорбция антител  $\alpha$  в объекте (на 4 ступени поглощения) и не произошла абсорбция этих антител в контрольных реакциях; при таком результате делают вывод о наличии антигена А.

Аналогично проводят исследования с сыворотками анти-В и анти-Н.

Если при взаимодействии сывороток (или сыворотки) с предметом-носителем также выявлены ступени поглощения, то производят учет разницы в количестве ступеней между сыворотками, абсорбированными объектом, и сывороткой, абсорбированной предметом-носителем. Эта разница должна быть не менее 4 ступеней поглощения; только в этом случае можно делать вывод о наличии одноименного антигена в объекте. Если разница в степенях поглощения менее 4 ступеней, то используют дополнительный метод «нагрузки агглютинами» или проводят развернутое титрование. Если применяется развернутое титрование, то разница в степенях поглощения между сыворотками, абсорбированными объектом, и предметом-носителем должна составлять не менее 6 ступеней.

Метод «нагрузки агглютинами» заключается в повторной абсорбции дополнительными порциями сывороток тех же объектов исследования и предметов-носителей, а также проведении повторного титрования после абсорбции. Метод эффективен, если есть большое количество исходного материала объекта исследования и влияние загрязнений предмета-носителя незначительно.

Метод реакции абсорбции в количественной модификации в планшетах состоит в следующем. По две навески каждого объекта с кровью (пóтом, слюной, спермой) и по две навески контроля предмета-носителя заливают изогемагглютинирующими сыворотками с титром 1:32 анти-А и анти В (гетероиммунными сыворотками, разведенными анти-А и анти-В до титра 1:32 или 1:64), соблюдая соотношение: 25 мг каждой навески и 100 мкл сыворотки. Проводят абсорбцию антиген при температуре 4 °С в течение 18 ч. Объекты центрифугируют 5 мин при скорости 10 000 об/мин. Проводят титрование в планшетах. В качестве контроля используют исходные сыворотки анти-А, анти-В и анти-Н. Результаты титрования фиксируют в таблице.

Сыворотка анти-А изменила титр на 5 ступеней поглощения под влиянием объекта и на 1 ступень поглощения под влиянием предмета-носителя. Разница составляет 4 ступени. Выявлен антиген А.

Сыворотка анти-В не изменила титр под влиянием объекта исследования и понизила титр на 1 ступень поглощения под влиянием предмета-носителя. Антиген В не выявлен.

Аналогично ставится реакция с сывороткой анти-Н.

Необходимо учитывать, что около 20 % людей относятся к категории «невыведителей» групповых свойств; у таких людей концен-

Результаты титрования сывороток

Объект	Степень титрования							Выявленный антиген
	2	4	8	16	32	64	128	
Сыворотка анти-А	++++	++++	+++	++	+	+	-	*
Сыворотка анти-В	++++	++++	+++	++	+	+	-	*
№ 1 + сыворотка анти-А	+	-	-	-	-	-	-	А
№ 1 + сыворотка анти-В	++++	++++	+++	++	+	+	-	Не выявлен
Предмет-носитель № 1 + сыворотка анти-А	++++	++++	+++	++	+	-	-	Не выявлен
Предмет-носитель № 1 + сыворотка анти-В	++++	++++	+++	++	+	-	-	Не выявлен

*Условные обозначения:* «+», «++», «+++», «++++» – наличие и степень выраженности агглютинации; «-» – отсутствие агглютинации; \* – имеется необходимый титр.

трация антигенов в выделениях невысока (по сравнению с кровью), поэтому методом количественной реакции абсорбции (КРА), как и реакцией торможения агглютинации, установление группы крови по их выделениям невозможно.

Метод КРА позволяет при необходимости установить категорию «выделительства» человека; в этом случае параллельно ставят реакцию с кровью и слюной этого лица. Если по крови устанавливают антигены (т.е. выявляют не менее 4 ступеней поглощения), а по слюне титр сывороток не изменяется по отношению к исходным сывороткам, то делают вывод о том, что человек относится к категории «невыделителей» групповых антигенов.

Преимущества метода КРА – возможность дифференциации лиц на категории «выделителей» и «невыделителей» групповых антигенов, а также эффективность и доступность установления группы кро-

ви по костным останкам. Кроме того, метод обладает достаточно низкой чувствительностью к влиянию предмета-носителя по сравнению с реакцией абсорбции-элюции.

Недостатки метода – невозможность установления группы крови по выделениям у лиц, относящихся к категории «невыделителей» групповых свойств, и необходимость наличия большого количества объекта исследования.

### *Реакция абсорбции-элюции*

Реакция абсорбции-элюции (РАЭ) является самой распространенной при производстве судебно-биологических экспертиз. Это объясняется высокой чувствительностью реакции и возможностью устанавливать антигены во всех объектах биологического происхождения и микроследах, а также тем, что необходимые реагенты производятся промышленно.

Необходимо учитывать, что антиген А имеет несколько подвидов ( $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$ ), которые возможно установить раздельно методом РАЭ при наличии моноклональных антител анти- $A_1$ , анти- $A_2$  и анти- $A_3$ . Поэтому возможно раздельное установление подвидов АВ (IV) группы крови, а именно  $A_1B$ ,  $A_2B$  и  $A_3B$ .

Методика проведения реакции абсорбции-элюции состоит из нескольких этапов:

фиксация антигена на предмете-носителе;

абсорбция, т.е. связывание антител сывороток с одноименными антигенами при их содержании в исследуемом материале с образованием комплекса антиген–антитело ( $Ag$ – $At$ );

удаление (отмывание) неабсорбированных антител;

элюция, т.е. разрушение образовавшегося комплекса антиген–антитело под влиянием температурного воздействия и выход антител в раствор;

обнаружение элюированных антител с помощью тест-эритроцитов.

Положительный результат реакции заключается в агглютинации одноименных тест-эритроцитов элюированными антителами сывороток, абсорбированных на антигене (при его наличии в исследуемом веществе).

Существуют несколько модификаций РАЭ:

1) в зависимости от объекта исследования (в экстрактах или на нитях) различается способ фиксации антигена:

экстракты наносятся на обезжиренные предметные стекла; затем высушиваются и фиксируются этанолом или нагреванием стекол при температуре 80 °С в течение 15–20 мин;

на нитях антиген фиксируется этанолом в течение 15–20 мин или кипячением в дистиллированной воде в течение 30 мин;

2) по времени абсорбции:

для крови на нитях абсорбция с сыворотками с титром не ниже 1:512 – в течение 5–15 мин (модификация «пятиминутка») при комнатной температуре;

для крови и выделений с сыворотками с титром не ниже 1:128 – в течение 2 ч (модификация «быстрая») или 18 ч (модификация «ночная») во влажных камерах при температуре 4 °С;

3) по способу отмывки:

для нитей – отмывка в течение 20 мин (6 раз – по 3 мин; 5 раз – по 4 мин) охлажденным физиологическим раствором;

для стекол – два раза по 15 мин охлажденным физиологическим раствором.

Важнейшее значение для получения достоверного результата реакции имеют этап подготовки объекта к исследованию и обязательное использование всех контролей реакции.

В настоящее время применяются несколько методов очистки объектов от влияния микрофлоры: кипячение в дистиллированной воде; скоростное центрифугирование экстрактов; применение РАЭ (для следов крови) в модификации «пятиминутка»; отмывка в охлажденном физиологическом растворе в течение 18 ч в холодильнике. Наилучшие результаты достигаются при комплексном применении двух и более способов к одному объекту. Например, полученный экстракт объекта центрифугируют, наслаивают на нити марли и применяют РАЭ в модификации «пятиминутка». Комбинацией этих двух способов часто удается полностью избавиться от влияния микрофлоры и примеси антигенов пота.

В качестве контроля реакции используют образцы крови (пота, слюны, спермы, волос и др.) доноров с известными группами крови. Если объектом исследования является кровь, то в качестве контроля используют кровь доноров групп А, В и 0. Если объект исследования – волос, то используют волосы доноров. При исследовании следов спермы используется сперма доноров (допускается в качестве контроля использовать слюну).

При реакции абсорбции-элюции в модификации «пятиминутка» на нитях осуществляются следующие действия. 0,5 см нити из области следов крови, контрольных участков предмета-носителя и образцов крови доноров группы А и В фиксируют этанолом 20 мин.

К препаратам добавляют антитела анти-А и анти-В и проводят абсорбцию в течение 10 мин при комнатной температуре (например, моноклональные антитела анти-А (серия № 1) и анти-В (серия № 2) с титром 1:512 производства «...» (обязательно указываются названия антител, производителя, титра и серий). По окончании абсорбции несвязавшиеся антитела удаляют промыванием препаратов охлажденным физиологическим раствором шестикратно по 4 мин.

Проводят элюцию абсорбированных антител в 0,2%-й взвеси соответствующих тест-эритроцитов А и В при температуре 50 °С в течение 20 мин. После элюции препараты выдерживают 30 мин при комнатной температуре и исследуют микроскопически.

Установлено, что в препаратах элюированные антитела агглютинировали тест-эритроциты группы А, не вызывая агглютинацию тест-эритроцитов группы В. Контрольные участки предмета-носителя на применяемые реагенты влияния не оказывали. Контрольное исследование образцов крови выявило наличие соответствующих антигенов.

В крови выявлен антиген А.

При реакции абсорбции-элюции в модификации «быстрая» в экстрактах на стеклах осуществляются следующие действия. Используют моноклональные антитела анти-А (серия № 1), анти-В (серия № 2) и анти-Н (серия № 3) производства «...» с титром 1:256.

Из следов слюны контрольных областей предметов-носителей и образцов слюны доноров групп А, В и 0 готовят экстракты; проводят центрифугирование в течение 5 мин при скорости 15 000 об/мин. Супернатант настилают на обезжиренные предметные стекла; высушивают и фиксируют этанолом в течение 20 мин.

К приготовленным препаратам добавляют антитела и проводят абсорбцию в течение 18 ч при температуре 6 °С во влажных камерах. По окончании абсорбции несвязавшиеся антитела удаляют промыванием препаратов охлажденным физиологическим раствором двукратно по 15 мин.

Проводят элюцию абсорбированных антител в 0,2%-й взвеси тест-эритроцитов групп А, В и 0 при температуре 50 °С в течение 20 мин. После элюции препараты выдерживают 30 мин при комнатной температуре и исследуют микроскопически.

Установлено, что при исследовании слюны элюированные антигена агглютинировали тест-эритроциты 0, не вызывая агглютинации тест-эритроцитов групп А и В. Контрольные участки на применяемые реагенты влияния не оказывали. Контрольное исследование образцов слюны доноров выявило наличие соответствующих антигенов.

В слюне выявлен антиген Н.

### *Иммуноферментный анализ*

Иммуноферментный дот-анализ (дот-ИФА) применяется для установления антигенов А, В, Н и системы «Lewis» в выделениях человека, содержащих гликопротеины (слюне, сперме, влагалищных выделениях)<sup>1</sup>.

Принцип исследования заключается в одностадийном выявлении антигенов выделений, локализованных на нитроцеллюлозной мембране, с помощью специфичных моноклональных антител, меченных пероксидазой хрена. В зонах локализации ферментативной активности образуется нерастворимый синий осадок, что свидетельствует о наличии в объекте соответствующего антигена.

В набор «Группоспот» входят моноклональные антитела (анти-А, анти-В, анти-Н, анти- $Le^a$  и анти- $Le^b Eng$ , меченные пероксидазой хрена), нитроцеллюлозная мембрана, контрольные образцы, полный комплект буферов и растворов, а также подробная инструкция по проведению анализа.

При установлении категории «выделительства» возможны следующие варианты:

у «невывделителей» в исследуемом образце выявляется только антиген  $Le^a$  (тип  $Le (a + b Eng-)$ ); по статистическим данным, таких людей около 20 %;

у «вывделителей» выявляются соответствующие антигены А, В, Н и антиген  $Le^b (a - b Eng+)$ ; по статистическим данным, таких людей около 69 %;

в редких случаях выявляются соответствующие антигены А, В, Н и антигены  $Le^a$  и  $Le^b Eng$  (тип  $Le (a + b Eng+)$ ); лиц с таким типом относят к категории «вывделителей»; по статистическим данным, таких людей около 8 %;

в редких случаях в объекте не выявляются антигены системы АВ0 и «Lewis»; это может быть, если в выделениях мало биологического

---

<sup>1</sup> Метод существует с 2007 г. Набор для ИФА-анализа «Группоспот» прошел апробацию в ЭКЦ МВД России, БСМЭ МЗ и с 2009 г. успешно применяется в лабораториях ЭКП. В настоящее время аналогов не имеет.

материала для проведения анализа или выделения произошли от лица, относящегося к категории «невывделителей» с типом Le (a – b Eng–); по статистическим данным, таких людей около 1 %.

### **Формулирование выводов эксперта**

Категорический положительный вывод формулируется, когда установлено наличие объекта на предмете-носителе, его групповые и/или видовые характеристики.

#### *Примеры.*

1. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь человека группы А (II).

2. На представленном вещественном доказательстве имеется слюна (пот, сперма и др.) группы А (II), относящаяся к категории «выделитель».

Вероятностный положительный вывод формулируется, когда установленные признаки встречаются у группы лиц.

#### *Примеры.*

1. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь человека группы А (II), которая могла произойти от гр-на И., имеющего кровь группы А (II).

2. На представленном вещественном доказательстве имеется слюна группы А (II), относящаяся к категории «выделитель», которая могла произойти от лица (лиц), имеющего кровь группы А (II) и относящегося к категории «выделитель», в том числе и от гр-на И., имеющего эту группу крови.

3. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь человека, в которой совместно выявлены антигены А, В, Н и агглютинин  $\alpha$ . Кровь могла образоваться в результате смешения крови двух и более лиц с группами крови В (III) и АВ (IV) с сопутствующим антигеном Н. Происхождение крови в смеси от гр-на К., имеющего кровь группы В (III), не исключается.

4. На представленном вещественном доказательстве имеется пот, в котором совместно выявлены антигены В и Н; пот мог произойти от одного лица группы крови В (III) с сопутствующим антигеном Н или образоваться в результате смешения пота двух и более лиц с группами крови В (III) и 0 (I). В случае, если следы пота смешанные, то происхождение антигена Н в смеси за счет пота гр-на С., имеющего кровь группы 0 (I), не исключается.

5. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь крупного рогатого скота.

Категорический отрицательный вывод формулируется в случае, если выявленные признаки в объекте и образце сравниваемого лица различны или в следе вещества не выявлено идентификационных признаков объекта исследования.

*Примеры.*

1. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь человека группы А (II), происхождение которой от гр-на И., имеющего кровь группы В (III), исключается.

2. На представленном вещественном доказательстве имеется слюна группы А (II), относящаяся к категории «выделитель», происхождение которой от гр-на И., имеющего кровь группы А (II) и относящегося к категории «невыделитель», исключается.

3. След вещества коричнево-красного (светло-желтого ...) цвета на представленном вещественном доказательстве кровью (спермой, слюной) не является.

4. На представленном вещественном доказательстве при искусственном и естественном освещении с применением предварительных проб на кровь следов, подозрительных на кровь, не обнаружено.

Частичный отказ от решения вопроса. Эксперт может отказаться от решения вопроса, если установить конкретные характеристики объекта не представляется возможным.

*Примеры.*

1. Кровь гр-на П. относится к группе А (II), кровь гр-на В. – к группе В (III), кровь гр-на Т. – к группе 0 (I). В объекте № 3 на представленном вещественном доказательстве имеется сперма, в которой совместно выявлены антигены А и Н. Антиген А присущ самой потерпевшей. Сперма в следе могла произойти от одного лица с группой крови А (II) или 0 (I), в том числе и от гр-на И., или образоваться в результате смешения спермы двух и более лиц с группами крови А (II) и 0 (I). Происхождение спермы от гр-на В. исключается. Для решения вопроса, произошла ли сперма от гр-на И. или иного лица, необходимо назначить исследование следов спермы методом ДНК-анализа.

2. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь человека, в которой совместно выявлены антигены А, В и Н. Установить групповую принадлежность крови не представляется возможным в связи с влиянием предмета-носителя.

3. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь, которая образовалась в результате смешения крови человека и собаки. Установить групповую принадлежность крови человека в смеси не представляется возможным.

4. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь, установить видовую и групповую принадлежность которой не представляется возможным в связи с сильными гнилостными изменениями.

5. На представленном вещественном доказательстве имеется кровь, которая не является кровью человека, крупного рогатого скота, птицы, свиньи и др. Установить видовую принадлежность крови не представляется возможным в связи с отсутствием в лаборатории других видовых сывороток.

6. Установить, произошла ли кровь на представленном объекте исследования от трупа или от живого лица, не представляется возможным в связи с отсутствием достоверных методов исследования.

### Литература

1. *Александрова В.Ю., Богатырева Е.А., Лапенков М.И., Фесенко А.В., Храмов Е.Н.* Установление категории выделительства при исследовании следов биологического происхождения // Судебная экспертиза. – № 2. – М., 2008.

2. *Барсесянц Л.О., Аушева З.И.* Определение групповой принадлежности крови в смешанных пятнах крови и выделений // Суд.-мед. экспертиза. – № 3. – М., 2004.

3. *Барсесянц Л.О.* Обнаружение различных выделений человеческого организма при судебно-медицинской экспертизе вещественных доказательств: Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1971.

4. *Барсесянц Л.О.* Современное состояние судебно-медицинского исследования вещественных доказательств и пути развития // Суд.-мед. экспертиза. – № 5. – М., 1996.

5. *Барсесянц Л.О.* Судебно-медицинское исследование вещественных доказательств (кровь, выделения, волосы). – М., 1999.

6. *Бетхе М., Бронникова М., Кисин М. и др.* Группо-специфическая дифференциация микрообъектов судебно-биологической экспертизы. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1977.

7. *Бронникова М.А., Кисин М.В., Стегнова Т.В.* Особенности судебно-биологической экспертизы следов крови малой величины. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1982.

8. *Гуртовая С.В.* Исследование вещественных доказательств (краткое пособие для судебно-медицинских экспертов). – М., 1995.

9. *Злобина Н.А.* Об особенностях исследования антигенов системы АВ0 в образцах загнившей крови // Суд.-мед. экспертиза. – № 6. – М., 1996.

10. *Ильина Е.А.* Выявление антигенов А и В системы АВ0 в стержне единичного волоса // Суд.-мед. экспертиза. – № 4. – М., 1996.

11. Иммуносерология. – М., 1998.

12. *Минеева Н.В.* Группы крови человека. Основы иммуногематологии. – СПб., 2004.

13. *Орлов Ю.К.* Заключение эксперта и его оценка (по уголовным делам). – М., 1995.

14. Орлов Ю.К. Категория вероятности в экспертном исследовании // Вопросы теории судебной экспертизы: Сборник научных трудов. – М.: ВНИИСЭ, 1979. – № 39.

15. Пименов М.Г., Кондрашов С.А., Платоненкова Л.С., Рыбакова А.А., Барышева М.В. Экспертные методики исследования тканей и выделений человека. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006.

16. Прокоп О., Геллер В. Группы крови человека. – М., 1991.

17. Сметанина Н.И., Исакова И.В., Гальцева Е.Е. и др. Об исследовании групповой специфичности потожировых выделений кожи рук // Суд.-мед. экспертиза. – № 3. – М., 1996.

18. Стегнова Т.В., Уалерианова Л.П. Основы формирования заключения эксперта при производстве судебно-биологической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

19. Туманов А.К. Основы судебно-медицинской экспертизы. – М., 1975.

20. Юдина Г.С., Зарецкая Е.Ф. Возможности использования иммунореагентов анти-А, анти-В и анти-Н, полученных по новой технологии, в реакциях прямой и непрямой иммунофлюоресценции // Суд.-мед. экспертиза. – № 5. – М., 1999.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУР ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ПОЛОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

*Н.В. Лагодная*

ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление половой принадлежности клеток крови, слюны, волос.

### Объекты исследования

Клетки тканей и выделений человека (кровь, слюна, волосы)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Определение полового происхождения клеток возможно только при избытке материала. При исследовании микроследов необходимо весь материал использовать для проведения генетического анализа. При отсутствии в ЭКП возможностей для молекулярно-генетического исследования необходимо поставить в известность следователя о полном уничтожении материала и невозможности проведения других исследований в дальнейшем.

## **Вопрос, решаемый экспертизой**

Имеются ли на представленных объектах клетки (сплюны, крови, волос, пота). Если да, то какова их половая принадлежность?

## **Сущность методики**

Установление генетического пола посредством микрофотографирования структуры клеток.

## **Подзадачи**

Обнаружение следов биологического происхождения и установление природы объекта.

Приготовление препаратов из клеточного материала: экстрагирование объекта с предмета-носителя с последующим осаждением клеточных структур; перенос клеточного материала на предметное стекло; фиксация, окраска, учет результатов посредством подсчета количества клеток, содержащих мужской и женский половые признаки.

Микрофотографирование структуры клеток; сравнительный анализ; учет результатов.

## **Совокупность признаков, характеризующих объекты**

Наличие ярко флуоресцирующей глыбки Y-хроматина, характерной для мужского генетического пола в ядрах клеток крови.

Наличие X-хроматина (тельца Барра), характерного для женского генетического пола; наличие хроматиновых отростков типа «А» и «Б» в ядрах клеток крови, характерных для женского генетического пола.

## **Оборудование, материалы и реактивы**

Микроскоп световой и люминесцентный с набором объективов и окуляров с ультрафиолетовым источником света HBO 100 W/2 OSRAM; зеленая светоделительная пластинка с фильтрами ЖС18-2, ЖС19, ФС1-2 и БС8-3, СЗС24.

Центрифуга (скорость вращения – 500–3000 об/мин).

Холодильники и морозильники (температура +4 и –20 °С).

Вытяжной шкаф.

Дистиллятор.

Система для очистки и деионизации воды.

Весы электронные (до  $100 \pm 0,01$  г).

Источник бесперебойного питания (600 W).

pH-метр.

Качающаяся платформа (шейкер).

Нагревательное устройство типа УСП-1М.

Дозаторы с меняющимся объемом (до 200 мкл; до 1000 мкл).

Автоматизированное рабочее место (компьютер, монитор, принтер).

Микропробирки объемом 1,5 мл.

Пробирки объемом 15 и 50 мл.

Штативы для микропробирок.

Наконечники к дозаторам.

Стекла предметные.

Стекла покровные.

Глицерин.

Уксусная кислота (10–25%-я).

Азур II (0,1%-й водный раствор).

Эозин (0,1%-й водный раствор).

Аммиак 40%-й.

Флюорохромные красители атебрин, мепакрин, акрихин, квиникрин (0,05%-е водные растворы).

Дистиллированная вода (pH 7,0).

Спирт этиловый (ректификат).

Диэтиловый эфир.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Осмотр вещественных доказательств; ознакомление с материалами дела. Обнаружение на представленных вещественных доказательствах веществ биологического происхождения.

2. Приготовление цитологических препаратов крови и слюны.

Фрагменты предмета-носителя (1,0 × 1,0 см) из области пятна крови или слюны или соскобы (частички) вещества (0,2 × 0,2 см) помещают в пробирки<sup>1</sup>.

В пробирки с исследуемым веществом (кровь, слюна) добавляют дистиллированную воду (1 мл) и оставляют на 18 ч при температуре 4 °С. Чтобы клетки быстрее отделялись от предмета-носителя, используют качающуюся платформу. Предмет-носитель отжимают пинцетом и удаляют.

---

<sup>1</sup> При исследовании смывов крови или слюны количество материала увеличивают вдвое.

Пробирки с содержимым центрифугируют 5 мин при скорости 1500–2000 об/мин; супернатант осторожно удаляют. Осадок заливают 10–25%-й уксусной кислотой (1 мл)<sup>1</sup>, перемешивают и оставляют на 2–4 ч при комнатной температуре. Пробирки с содержимым центрифугируют 5 мин при скорости 1500–2000 об/мин. При исследовании крови осадок отмывают от продуктов разрушения эритроцитов до тех пор, пока супернатант не станет бесцветным (3–4 раза); для отмывания используют раствор уксусной кислоты (10–25%-й)<sup>2</sup>.

Осадок переносят (не размазывая) на чистые обезжиренные предметные стекла и высушивают при комнатной температуре (или на нагревательном столике при температуре 30 °С).

Исследуемые препараты (кровь, слюна) фиксируют этанолом в течение 20 мин.

Для выявления Y-хроматина, характерного для мужского генетического пола, препарат окрашивают 0,05%-м раствором флюорохромного красителя (акрихина, мепакрина, атебрина, квинокрина и др.) в течение 15 мин. Излишки красителя удаляют, аккуратно промывая препарат водой (так как краситель быстро смывается водой, промывать следует не более 1–2 сек). Препарат высушивают (или промокают фильтровальной бумагой), наносят каплю смеси глицерин–вода (1:1), накрывают покровным стеклом; излишки смеси удаляют фильтровальной бумагой. На покровное стекло наносят каплю иммерсионного масла и проводят учет результатов, используя микроскоп с люминесцентной насадкой и отраженным светом.

Для выявления X-хроматина и микроскопирования структуры ядер клеток удаляют покровное стекло, ополаскивают препарат водой, вновь фиксируют этанолом в течение 20 мин и окрашивают азур-эозиновой смесью (эозин – 1; вода – 3,5; азур – 1,5) в течение 45 мин. Смывают краситель водой, подсушивают препарат при комнатной температуре или промокают фильтровальной бумагой. Наносят каплю иммерсионного нефлуоресцирующего масла и проводят учет результатов, используя микроскоп с проходящим светом.

### 3. Приготовление цитологических препаратов волос.

---

<sup>1</sup> При исследовании старых пятен процентное содержание уксусной кислоты увеличивают.

<sup>2</sup> При приготовлении препаратов букального эпителия эту процедуру не применяют.

При исследовании волос определяют наличие прикорневой влагалищной оболочки волоса. Волосы с влагалищной оболочкой предварительно помещают на 1–2 ч в 18%-й раствор HCl (для удаления наслоений жировых и белковых веществ). Прилегающую прикорневую влагалищную оболочку волоса отделяют препарироваьной иглой от стержня волоса (под стереомикроскопом) и помещают на предметное стекло в 25%-й раствор уксусной кислоты.

Предметное стекло с влагалищной оболочкой волоса помещают во влажную камеру на 2–18 ч. Разбухшие оболочки разволокняют препарироваьными иглами (под лупой), высушивают при комнатной температуре (или на нагревательном столике при температуре 30 °С).

Препарат фиксируют этанолом в течение 20 мин.

Для выявления Y-хроматина, характерного для мужского генетического пола, препарат окрашивают 0,05%-м раствором флюорохромного красителя (акрихина, мепакрина, атебрина, квинокрина и др.) в течение 15 мин. Излишки красителя удаляют; препарат аккуратно смывают водой (так как краситель быстро смывается водой, промывать следует не более 1–2 сек). Препарат высушивают (или промокают фильтровальной бумагой), наносят каплю смеси глицерин–вода (1:1), накрывают покровным стеклом, удаляют излишки смеси фильтровальной бумагой. На покровное стекло наносят каплю иммерсионного масла и проводят учет результатов, используя микроскоп с люминесцентной насадкой и отраженным светом.

Для выявления X-хроматина и микроскопирования структуры ядер клеток удаляют покровное стекло, ополаскивают препарат водой, повторно фиксируют этанолом в течение 20 мин и окрашивают азур-эозиновой смесью (эозин – 1; вода – 3,5; азур – 1,5) в течение 45 мин. Смывают краситель водой, подсушивают препарат при комнатной температуре или промокают фильтровальной бумагой. Наносят каплю иммерсионного нефлуоресцирующего масла и проводят учет результатов, используя световой микроскоп с проходящим светом.

4. Учет результатов микроскопирования для установления половой принадлежности.

Цитологический препарат исследуют (окуляры 10–16<sup>x</sup>, объективы 10–100<sup>x</sup>) полностью, не допуская повторных исследований уже изученных участков. Начинают микроскопирование с нижнего левого края препарата; постепенно поднимают объектив вверх, переходя правее на следующее поле зрения микроскопа. При этом записывают

наличие всех клеток; учитывают их состояние и количество хроматин-положительных и хроматин-отрицательных ядер (табл. 1 и 2).

*Примеры.*

1. Препараты крови (при исследовании клеток, окрашенных люминесцентным красителем).

В объекте обнаружены 9 ядер сегментоядерных лейкоцитов, структура которых хорошо просматривается. Ни в одном из них не выявлена ярко флуоресцирующая глыбка, характерная для мужского генетического пола.

Препараты слюны (при исследовании клеток, окрашенных люминесцентным красителем).

В объекте выявлены клетки овальной и округлой формы с ядрами, структура которых хорошо просматривается. Изучены 18 таких клеток. Ни в одной из них не выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

2. Препараты крови (при исследовании клеток, окрашенных азур-эозиновой смесью).

В объекте обнаружены 9 ядер лейкоцитов, структура которых хорошо просматривается. В 6 из них выявлены выросты типа «В», обладающие половой специфичностью и характерные для женского генетического пола.

Таким образом, в изученных клетках обнаружен X-хроматин, характерный для женского генетического пола.

Препараты слюны (при исследовании клеток, окрашенных азур-эозиновой смесью).

В объекте выявлены 18 клеток многослойного плоского эпителия овальной и округлой формы с овальными или округлыми ядрами, с хорошо выраженной структурой строения хроматиновой сети с зернистым рисунком. Клетки изоморфны, окраска их базофильна. В 12 клетках хорошо просматривается X-хроматин (тельце Барра) – женский половой признак. В объекте также обнаружены единичные клетки без ядер, не пригодные для исследования; структура их сжата, резко деформирована, едва различима.

Таким образом, слюна произошла от лица женского генетического пола.

3. Препараты, приготовленные из клеток волоса (при исследовании клеток, окрашенных люминесцентным красителем).

В объекте изучены 15 клеток плоского эпителия наружного коркового влагалища волоса, расположенные небольшими группами и по отдельности. Клетки с ядрами, структура которых хорошо выражена (ядра с четкими контурами, неповрежденными оболочками). В 8 из них выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, что свидетельствует о принадлежности клеток лицу мужского генетического пола.

Препараты, приготовленные из клеток волоса (при исследовании клеток, окрашенных азур-эозиновой смесью).

Выявлены 15 клеток плоского эпителия с ядрами, структура которых хорошо просматривается. Ни в одной из 15 клеток ядра не содержат X-хроматин, характерный для женского генетического пола.

Таким образом, исследованный волос произошел от лица мужского генетического пола.

Таблица 1

**Соотношение Y-хроматин-положительных ядер и ядер, пригодных для диагностики пола клеток крови, слюны и волос**

Число Y-хроматин-положительных ядер (не менее)	Число ядер, подлежащих исследованию (не более)	Число Y-хроматин-положительных ядер (не более)	Число ядер, подлежащих исследованию (не менее)
Мужской пол		Женский пол	
3	9	0	22
4	19	1	32
5	29	2	42
6	39	3	52
7	49	4	62
8	60	5	72
и т.д.	и т.д.	и т.д.	и т.д.

Таблица 2

**Соотношение X-хроматин-положительных ядер и ядер, пригодных для диагностики пола клеток крови, слюны и волос**

Число X-хроматин-положительных ядер (не менее)	Число ядер, подлежащих исследованию (не более)	Число X-хроматин-положительных ядер (не более)	Число ядер, подлежащих исследованию (не менее)
Женский пол		Мужской пол	
3	4	0	25
4	14	1	35
5	24	2	45
6	34	3	55
7	44	4	65
и т.д.	и т.д.	и т.д.	и т.д.

При микроскопировании препарата учитываются все клетки, пригодные для исследования (ядра клеток целые; их структура хорошо просматривается).

Для диагностики половой принадлежности клеток руководствуются данными микроскопирования.

## Формулирование выводов эксперта

По результатам проведенного исследования формулируются выводы.

Категорический вывод формулируется при возможности установления генетического пола.

### *Примеры.*

1. В исследуемом препарате слюны (объект № 1) выявлены 14 клеток овальной и округлой формы с ядрами, структура которых хорошо просматривается. Ни в одной из клеток не выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

В исследуемом препарате слюны (объект № 1) выявлены 14 клеток многослойного плоского эпителия овальной и округлой формы с овальными и округлыми ядрами, с хорошо выраженной структурой строения хроматиновой сети с зернистым рисунком. Клетки изоморфны, окраска их базофильна. В 10 клетках хорошо просматривается X-хроматин (тельце Бара), характерный для женского генетического пола. Таким образом, слюна на окурке сигареты (объект № 1) произошла от лица женского генетического пола.

2. В исследуемом препарате слюны (объект № 2) выявлены 22 клетки овальной и округлой формы с ядрами, структура которых хорошо просматривается. В 17 клетках выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

При исследовании препарата слюны (объект № 2) выявлены 22 клетки многослойного плоского эпителия овальной и округлой формы с овальными и округлыми ядрами, с хорошо выраженной структурой строения хроматиновой сети с зернистым рисунком. Клетки изоморфны, окраска их базофильна. Ни в одной из клеток не просматривается X-хроматин (тельце Бара), характерный для женского генетического пола. Таким образом, слюна на фрагменте газеты (объект № 2) произошла от лица мужского генетического пола.

3. В препарате крови (объект № 3) обнаружены 10 ядер сегментоядерных лейкоцитов, структура которых хорошо просматривается. Ни в одном из ядер не выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

При исследовании препарата крови (объект № 3) обнаружены 10 ядер сегментоядерных лейкоцитов, структура которых хорошо просматривается. В 7 ядрах обнаружены выросты типа «В», обладающие половой специфичностью и характерные для женского генетического пола. Таким образом, кровь (объект № 3) произошла от лица женского генетического пола.

4. В препарате крови (объект № 4) обнаружены 15 ядер сегментоядерных лейкоцитов, структура которых хорошо просматривается. В 12 ядрах выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

При исследовании препарата крови (объект № 4) обнаружены 15 ядер сегментоядерных лейкоцитов, структура которых хорошо просматривается. Ни в одном из ядер не обнаружены выросты типа «В», обладающие половой специфичностью и характерные для женского генетического пола. Таким образом, кровь (объект № 4) произошла от лица мужского генетического пола.

5. В препарате, приготовленном из волоса (объект № 5), обнаружены 15 клеток плоского эпителия наружного коркового влагалища волоса, расположенные небольшими группами и по отдельности. Клетки с ядрами, структура которых хорошо просматривается. При этом в 10 ядрах выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

В препарате, приготовленном из волоса (объект № 5), выявлены 15 клеток плоского эпителия с ядрами, структура которых хорошо просматривается. Ни в одной из 15 клеток ядра не содержат X-хроматин, характерный для женского генетического пола. Таким образом, представленный волос (объект № 5) произошел от лица мужского генетического пола.

6. В препарате, приготовленном из волоса (объект № 6), обнаружены 25 клеток плоского эпителия наружного коркового влагалища волоса, расположенные небольшими группами и по отдельности. Клетки с ядрами, структура которых хорошо просматривается. Ни в одном из ядер не выявлена ярко флуоресцирующая глыбка Y-хроматина, характерная для мужского генетического пола.

В препарате, приготовленном из волоса (объект № 6), выявлены 25 клеток плоского эпителия с ядрами, структура которых хорошо просматривается. При этом в 19 клетках ядра содержат X-хроматин, характерный для женского генетического пола. Таким образом, представленный волос (объект № 6) произошел от лица женского генетического пола.

Решить вопрос не представляется возможным. Такой вывод формулируется, если во время исследования обнаруживается недостаточное количество биологического материала или он не пригоден для исследования (клетки безъядерные, деформированные, с плохо различимой структурой).

*Пример.* В препарате (объект № 7) выявлены единичные фрагменты клеток поверхностного эпителия без ядер. Структура клеток резко сжата, деформирована, едва различима. Клеточный материал данного качества и количества не пригоден для цитологического исследования.

### Литература

1. Буянова С.Ю. Особенности цитологического исследования следов, образовавшихся в результате термического воздействия // Судебно-медицинская экспертиза. – № 3. – М., 2002. – С. 38–39.

2. Загрядская А.П., Федоровцев А.П., Королева Е.И. Судебно-медицинское исследование клеток и тканей. – М., 1984.

3. Любинская С.И. Диагностика половой принадлежности слюны и волос. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1973.

4. Любинская С.И., Ковач М. Исследование Y-хроматина в объектах судебно-биологической экспертизы (диагностика пола). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1976.

5. Современные методы экспертного исследования волос человека / М.Г. Пименов, О.И. Разоренова, Е.В. Сучкова и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК**

*Н.В. Лагодная*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление регионального происхождения эпителиальных клеток.

### **Объекты исследования**

Ткани и выделения человека (букальный, влагалищный эпителий).

### **Вопрос, решаемый экспертизой**

Имеются ли на представленных на исследование объектах следы (или клетки) влагалищного эпителия?

### **Сущность методики**

Оценка особенностей строения и морфологии одинаково окрашенных клеток посредством микроскопии<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Определение регионального происхождения клеток возможно только при избытке материала. При исследовании микроследов необходимо весь материал использовать для проведения генетического анализа. При отсутствии в ЭКП возможностей для молекулярно-генетического исследования необходимо поставить в известность следователя о полном уничтожении материала и невозможности проведения других исследований в дальнейшем.

### **Подзадачи**

Обнаружение следов биологического происхождения и установление природы объекта.

Приготовление препаратов из клеточного материала: экстрагирование объекта с предмета-носителя с последующим осаждением клеточных структур; перенос клеточного материала на предметное стекло; фиксация; окраска.

Микроскопирование структуры клеток; сравнительный анализ; учет результатов; установление источника происхождения эпителиальных клеток.

### **Совокупность признаков, характеризующих объекты**

Клеточные структуры влагалищного и букального эпителия отличаются по виду при их окрашивании определенными красителями.

Препараты букального эпителия:

клетка многоугольной (полигональной) формы со сглаженными краями, с эксцентрично расположенным овальным ядром, которое интенсивно окрашено; соотношение ядра с цитоплазмой – 1:8; контуры клетки несколько смазаны, края относительно ровные; цитоплазма неравномерно окрашена в голубой или серовато-синий цвет; преимущественно вокруг ядра видны многочисленные крупные включения темно-синего цвета разнообразной формы.

Препараты влагалищного эпителия:

клетка полигональной формы с округлым, центрально расположенным ядром; соотношение ядра с цитоплазмой – 1:10; контуры клетки четкие; цитоплазма равномерно окрашена в голубой цвет; на отдельных участках различима параллельная исчерченность (параллельные полосы или волнистость); в цитоплазме содержатся единичные мелкие темно-синие включения разнообразной формы, не имеющие четкой локализации.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Микроскоп световой и люминесцентный с набором объективов и окуляров с ультрафиолетовым источником света HBO 100 W/2 OSRAM; зеленая светоделительная пластинка с фильтрами ЖС18-2, ЖС19, ФС1-2 и БС8-3, СЗС24.

Центрифуги (скорость вращения – 500–3000 об/мин).

Холодильники и морозильники (температура +4 и –20 °С).

Вытяжной шкаф.

Дистиллятор.

Система для очистки и деионизации воды.

Весы электронные (до 100 ± 0,01 г).

Источник бесперебойного питания (600 W).

pH-метр.

Качающаяся платформа (шейкер).

Нагревательное устройство типа УСП-1М.

Дозаторы с меняющимся объемом (до 200 мкл; до 1000 мкл).

Автоматизированное рабочее место (компьютер, монитор, принтер).

Микропробирки объемом 1,5 мл.

Пробирки объемом 15 и 50 мл.

Штативы для микропробирок.

Наконечники к дозаторам.

Стекла предметные.

Стекла покровные.

Глицерин.

Уксусная кислота (10–25%-я).

Азур II (0,1%-й водный раствор).

Эозин (0,1%-й водный раствор).

Аммиак 40%-й.

Флюорохромные красители атебрин, мепакрин, акрихин, квиникрин (0,05%-е водные растворы).

Дистиллированная вода (pH 7,0).

Спирт этиловый (ректификат).

Диэтиловый эфир.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Осмотр вещественных доказательств; ознакомление с материалами дела. Обнаружение на представленных вещественных доказательствах веществ биологического происхождения.

2. Приготовление цитологических препаратов эпителиальных клеток.

Фрагменты предмета-носителя (1,0 × 1,0 см) из области пятна или мазка помещают в пробирку<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> При исследовании смывов количество материала увеличивают вдвое; при исследовании окурков вырезают всю оберточную бумагу фильтра и помещают в пробирку.

В пробирки с исследуемым веществом добавляют дистиллированную воду (1 мл) и оставляют на 18 ч при температуре 4 °С. Чтобы клетки быстрее отделялись от предмета-носителя, используют качающуюся платформу. Предмет-носитель отжимают пинцетом и удаляют.

Пробирки с содержимым центрифугируют 5 мин при скорости 1500–2000 об/мин; супернатант осторожно удаляют. Осадок заливают 10–25%-й уксусной кислотой (1 мл), перемешивают и оставляют на 2–4 ч при комнатной температуре<sup>1</sup>. Пробирки с содержимым центрифугируют 5 мин при скорости 1500–2000 об/мин. Осадок переносят на чистые обезжиренные предметные стекла и высушивают при комнатной температуре (или на нагревательном столике при температуре 30 °С). Если клеток эпителия много, то осадок размазывают по стеклу или используют несколько предметных стекол. Препараты фиксируют этанолом в течение 20 мин.

Для выявления гликогена, характерного для клеток влагилищного эпителия, препараты окрашивают 5%-м спиртовым раствором йода в течение 30 мин: предметное стекло помещают в пары 5%-го йода, не допуская попадания жидкости на сам препарат. Чем больше гликогена содержится в исследуемом препарате, тем интенсивнее окраска клеток (от светло-коричневой до темно-бурой; хорошо просматриваются гранулы темно-коричневого цвета – гликогеновые зерна). Исследование проводят под объективом 40<sup>×</sup> в световом режиме и затемненном поле зрения. При окраске препаратов раствором йода фиксация не требуется.

Для выявления наличия X-хроматина препараты фиксируют этанолом в течение 20 мин и окрашивают азур-эозиновой смесью в течение 45 мин, затем препарат ополаскивают водой, подсушивают при комнатной температуре, наносят каплю иммерсионного масла и проводят учет результатов под объективом 100<sup>×</sup>.

*Пример.* При окрашивании йодом клеток влагилищного эпителия в исследуемом препарате выявлены клетки с ядрами, цитоплазма которых содержит пылевидные частицы (гранулы) красновато-коричневого цвета. Таким образом, данный биологический материал, вероятно, представляет собой клетки влагилищного эпителия.

При дальнейшем окрашивании препарата азур-эозином в объекте выявлена 21 клетка многослойного плоского эпителия овальной формы с ядрами, с хорошо выраженной структурой строения хроматиновой сети с зернистым

---

<sup>1</sup> При исследовании старых пятен процентное содержание уксусной кислоты увеличивают.

рисунком. Клетки изоморфны, окраска их базофильна. В 16 клетках хорошо просматривается X-хроматин (женский половой признак). Также наблюдаются единичные клетки без ядер, не пригодные для цитологического исследования. Их структура деформирована, едва различима. Таким образом, данный биологический материал принадлежит лицу женского генетического пола и образован клетками влагалищного эпителия.

Для дифференцирования букального и влагалищного эпителия используется окраска Амидочерным 10Б<sup>1</sup>: готовят 0,05%-й раствор красителя (смешивают 1 мл 1%-го водного раствора Амидочерного 10Б и 19 мл смеси Карнуа); препараты окрашивают в течение 10 мин, промывают холодной водой 5–10 сек, наносят каплю иммерсионного масла и микроскопируют под световым микроскопом.

*Пример.* При окрашивании препаратов букального эпителия наблюдается следующее.

Клетка многоугольной (полигональной формы) со сглаженными краями, с эксцентрично расположенным овальным ядром, которое интенсивно окрашено. Соотношение ядра с цитоплазмой – 1:8; контуры клетки несколько смазаны, края относительно ровные. Цитоплазма неравномерно окрашена в голубой или серовато-синий цвет. Преимущественно вокруг ядра видны многочисленные крупные включения темно-синего цвета разнообразной формы.

При окрашивании препаратов влагалищного эпителия наблюдается следующее.

Клетка полигональной формы с округлым, центрально расположенным ядром. Соотношение ядра с цитоплазмой – 1:10; контуры клетки четкие. Цитоплазма равномерно окрашена в голубой цвет; в отдельных участках различима параллельная исчерченность (параллельные полоски или волнистость). В цитоплазме содержатся единичные мелкие темно-синие включения разнообразной формы, не имеющие четкой локализации.

3. Учет результатов микроскопирования для установления регионального происхождения эпителиальных клеток.

Цитологический препарат просматривают полностью, не допуская повторных исследований уже изученных участков. Начинают микроскопирование с нижнего левого края препарата, постепенно поднимая объектив вверх, переходя правее на следующее поле зрения микроскопа. При этом записывают наличие всех клеток; учитывают их состояние и количество хроматин-положительных и хроматин-отрицательных ядер.

---

<sup>1</sup> После окраски Амидочерным перекрашивать препараты нельзя.

При микроскопировании препарата учитываются все клетки, пригодные для исследования (ядра клеток целые, их структура хорошо просматривается).

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования формулируются выводы.

Категорический вывод формулируется при возможности установления природы клеток (клетки влагалищного или букального эпителия).

#### *Примеры.*

1. Вывод после окраски препаратов йодом: в исследуемом препарате (объект № 1) выявлены клетки, цитоплазма которых содержит пылевидные частицы (гранулы) красновато-коричневого цвета. Таким образом, исследуемые клетки содержат гликоген, характерный для клеток влагалищного эпителия.

2. Вывод после окраски препаратов раствором Амидочерного: в исследуемом препарате (объект № 1) обнаружены клетки полигональной формы с округлым центрально расположенным ядром. Соотношение ядра с цитоплазмой 1:10; контуры клеток четкие; цитоплазма равномерно окрашена в голубой цвет; в отдельных участках цитоплазмы различима параллельная исчерченность (параллельные полосы или волнистость), а также не имеющие четкой локализации, единичные, мелкие темно-синие включения разнообразной формы. Таким образом, исследуемые клетки являются клетками влагалищного эпителия. Также в препарате (объект № 1) обнаружено небольшое количество клеток безъядерного эпителия овальной и округлой формы, не пригодных для определения их регионального происхождения.

3. Вывод после окраски препаратов раствором Амидочерного: в исследуемом препарате (объект № 2) обнаружены клетки многоугольной (полигональной) формы со сглаженными краями, с эксцентрично расположенным овальным ядром, которое интенсивно окрашено. Соотношение ядра с цитоплазмой 1:8. Контуры клеток смазаны, края относительно ровные. Цитоплазма неравномерно окрашена в голубой или серовато-синий цвет. Преимущественно вокруг ядра располагаются многочисленные крупные включения разнообразной формы темно-синего цвета. Таким образом, исследуемые клетки являются клетками букального эпителия. Также в препарате (объект № 2) обнаружено небольшое количество клеток безъядерного эпителия овальной и округлой формы, не пригодных для определения их регионального происхождения.

Решить вопрос не представляется возможным. Такой вывод формулируется, если во время исследования обнаруживается недостаточное

количество биологического материала или он не пригоден для исследования (клетки безъядерные, деформированные, с плохо различимой структурой).

*Пример.* В исследуемом препарате (объект № 3) выявлены безъядерные клетки, не пригодные для исследования, а также деформированные клетки, структура которых резко сжата, едва различима. Клеточный материал данного качества и количества не пригоден для определения их регионального происхождения.

### Литература

1. *Буянова С.Ю.* Особенности цитологического исследования следов, образовавшихся в результате термического воздействия // Судебно-медицинская экспертиза. – № 3. – М., 2002. – С. 38–39.

2. *Загрядская А.П., Федоровцев А.П., Королева Е.И.* Судебно-медицинское исследование клеток и тканей. – М., 1984.

3. *Любинская С.И.* Диагностика половой принадлежности слюны и волос. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1973.

4. *Любинская С.И., Ковач М.* Исследование Y-хроматина в объектах судебно-биологической экспертизы (диагностика пола). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1976.

5. Экспертные методики исследования тканей и выделений человека / М.Г. Пименов, С.А. Кондрашов, Л.С. Платоненкова и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006.

## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ДЛИНЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ STR-ЛОКУСОВ ЯДЕРНОЙ ДНК

*А.Ю. Культин*

ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление происхождения тканей и выделений человека от конкретного индивидуума.

### Объекты исследования

Полиморфные STR-локусы ДНК тканей и выделений человека (кровь, сперма, слюна, костные ткани, мышечные ткани, волосы, пот, перхоть и др.).

## **Вопрос, решаемый экспертизой**

Происходит ли представленный на исследование биологический объект от конкретного лица?

## **Сущность методики**

Анализ электрофоретически разделенных продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР), синтезированных на матрице STR-локусов ДНК, выделенной из тканей и выделений человека.

## **Подзадачи**

- Выделение ДНК из исследуемого объекта.
- Количественная оценка выделенной ДНК.
- Синтез последовательностей STR-локусов.
- Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР.
- Установление генотипа по исследованным STR-локусам ядерной ДНК.
- Установление тождества генотипов у сравниваемых объектов.

## **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Генотип по STR-локусам CSF1PO, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51, D21S11, FGA, TH01, TPOX, vWA.

## **Оборудование, материалы и реактивы**

- Генетический анализатор (секвенатор).
- Программное обеспечение для генетического анализатора (секвенатора).
- Термоциклер (амплификатор).
- Прибор для ПЦР в реальном времени.
- Центрифуги (скорость вращения – 10 000–15 000 об/мин).
- Холодильники и морозильники (температура +4 и –20 °С).
- Вытяжной шкаф.
- Дистиллятор.
- Система для очистки и деионизации воды.
- Мельница для измельчения биологических объектов.
- ПЦР-бокс.
- Весы электронные (точность измерения – до 1 мг).

Источник бесперебойного питания.

Ламинарный шкаф.

pH-метр.

Качающаяся платформа (шейкер).

Прибор для встряхивания и перемешивания (vortex).

Термошейкеры для микропробирок, рассчитанные на температуру 56 и 100 °С.

Термостат.

Микротермостат для пробирок объемом 1,5 мл.

Дозаторы с меняющимся объемом.

Магнитная мешалка с подогревом.

Компьютер с принтером.

Автоклав.

Кварцевая лампа.

Устройство кондиционирования воздуха.

Микропробирки объемом 1,5 мл.

Пробирки объемом 15 и 50 мл.

Аmplификационные пробирки объемом 0,2 мл.

Штативы для микропробирок.

Наконечники к дозаторам.

Магнитные элементы.

Устройства для концентрирования ДНК.

Магнитный штатив.

Смола Chelex 100.

Трис(гидроксиметил)аминометан.

Этилендиаминтетраацетат натрия ( $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Соляная кислота.

Натрия гидроокись.

Натрия хлорид.

Додецилсульфат натрия.

Дитиотрейтол.

Протеиназа К.

Фенол.

Хлороформ.

Спирт изоамиловый.

8-оксихинолин.

Спирт этиловый (ректификат).

n-бутанол.

Диэтиловый эфир.

Наборы для выделения ДНК с помощью веществ, абсорбирующих ДНК.

Наборы для ПЦР.

Наборы для ПЦР в реальном времени.

Реагенты для калибровки генетического анализатора (секвенатора).

Реагенты для калибровки прибора для ПЦР в реальном времени.

Буфер для электрофореза.

Деионизованный формамид.

Среда для электрофореза (полимер).

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Выделение ДНК из исследуемого объекта***

В настоящее время используются следующие методы выделения ДНК из объектов исследования:

метод, основанный на использовании ионообменной смолы Chelex 100;

метод выделения и очистки с помощью органических соединений (фенола и хлороформа – фенольный метод);

метод выделения и очистки с помощью веществ, абсорбирующих ДНК (соединения кремния (Silica) или синтетические сорбенты).

При выборе метода выделения ДНК следует учитывать вид объекта, а также его состояние, давность образования и условия хранения.

Метод выделения ДНК с использованием смолы Chelex 100 обычно применяют, если исследуемый объект не содержит большого количества белков, его клетки легко лизируются и он не подвергался длительному хранению. Положительное качество этого метода – отсутствие необходимости применения токсичных реактивов и относительно короткое время выделения ДНК. Процедура выделения состоит из небольшого количества шагов, что потенциально снижает вероятность перекрестной контаминации ДНК между разными объектами. Недостатки метода – невысокая степень очистки ДНК от белковых примесей, которые могут являться ингибиторами ПЦР, и невозможность автоматизации процесса выделения. Ионообменную смолу Chelex 100 обычно применяют при работе с кровью, спермой и слюной; также допустимо выделять ДНК из волос, пота, перхоти и других объектов. Недопустимые объекты – зафиксированная или гемолизованная

кровь, биологические объекты на предметах-носителях, содержащих ингибиторы ПЦР (красители, гуминовые кислоты и др.), а также мышечные и костные ткани.

Фенольный метод является универсальным, т.е. может быть применен для выделения ДНК практически из любых объектов, содержащих ДНК. При использовании этого метода происходит наиболее полное удаление белков и различных клеточных компонентов, в результате чего удается получить ДНК высокой степени очистки, пригодную для длительного хранения. Недостатки метода – необходимость применения высокотоксичных реактивов, длительность процедуры выделения ДНК и невозможность автоматизации процесса выделения. Кроме того, при использовании фенольного метода часть ДНК, содержащаяся в исследуемом объекте, может теряться. Поэтому метод особенно эффективен, когда объект содержит относительно большое количество ДНК. Фенольный метод является традиционным для выделения ДНК из костных и мышечных тканей.

Метод выделения ДНК с помощью абсорбирующих веществ может использоваться для выделения ДНК практически из любых объектов, содержащих ДНК; он не требует применения токсичных реактивов и может быть автоматизирован. В отличие от фенольного метода, при котором очистка экстракта происходит за счет удаления из него белковых примесей, в данном случае из экстракта удаляют (абсорбируют) саму ДНК, которую затем элюируют в специальном буфере. Применение метода для выделения ДНК из биологических объектов способствует более вероятному получению ДНК, свободной от ингибиторов ПЦР. В результате получают ДНК высокой степени очистки, которая пригодна для длительного хранения. Однако часть ДНК, содержащаяся в исследуемом объекте, на этапах абсорбции и элюции может теряться. Недостатки метода – необходимость применения специального оборудования, а также высокая цена. Метод особенно эффективен, если необходимо получить ДНК высокой степени очистки, не содержащую ингибиторы ПЦР.

*Приготовление растворов, используемых при выделении ДНК*

1. 5М раствор NaCl (1 л):

292,2 г NaCl растворяют в 800 мл дистиллированной воды и доводят объем раствора до 1 л; разливают на порции по 100 мл; раствор автоклавируют и хранят при комнатной температуре.

2. 0,5М раствор  $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ , pH 8,0 (1 л):

186,1 г  $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  медленно вносят в 800 мл дистиллированной воды; перемешивают, используя магнитную мешалку; доводят pH раствора до 8,0 с помощью NaOH (приблизительно 20 г); затем доводят объем раствора до 1 л; раствор автоклавируют и хранят при комнатной температуре.

*Примечание.*  $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  не растворяется без доведения pH раствора до 8,0.

3. 1М раствор Трис-НСl, pH 7,5 (1 л):

121,1 г Трис(гидроксиметил)аминометана растворяют в 800 мл дистиллированной воды; доводят pH раствора до 7,5 с помощью концентрированной соляной кислоты (приблизительно 65 мл); затем доводят объем раствора до 1 л; раствор автоклавируют и хранят при комнатной температуре.

4. 1М раствор Трис-НСl, pH 8,0 (1 л):

121,1 г Трис(гидроксиметил)аминометана растворяют в 800 мл дистиллированной воды; доводят pH раствора до 8,0 с помощью концентрированной соляной кислоты (приблизительно 45 мл); затем доводят объем раствора до 1 л; раствор автоклавируют и хранят при комнатной температуре.

5. 20%-й раствор Додецилсульфата натрия (1 л):

200 г Додецилсульфата натрия медленно вносят в 800 мл дистиллированной воды; для ускорения растворения нагревают; затем доводят объем раствора до 1 л; хранят при комнатной температуре.

6. Лизирующий раствор, pH 7,5 (100 мл) (10 mM Трис-НСl, 10 mM ЭДТА, 50 mM NaCl, 2 % Додецилсульфата натрия):

смешивают 1 мл 1М Трис-НСl, pH 7,5, 2 мл 0,5М ЭДТА, 1 мл 5М NaCl, 10 мл 20 % Додецилсульфата натрия; добавляют 86 мл деионизованной воды; хранят при комнатной температуре.

7. 1М раствор дитиотрейтола (1М DTT) (5 мл):

0,77 г DTT растворяют в 5 мл деионизованной воды; разделяют на аликвоты по 500 мкл и хранят при температуре  $-20^\circ\text{C}$ .

8. 10 мг/мл раствор Протеиназы К (10 мл):

100 мг Протеиназы К растворяют в 10 мл деионизованной воды; разделяют на аликвоты по 500 мкл и хранят при температуре  $-20^\circ\text{C}$ .

9. 0,1%-й раствор Азура II (100 мл):

100 мг Азура II растворяют в 100 мл дистиллированной воды; хранят в темной посуде в темном месте при комнатной температуре.

10. 0,1%-й раствор Эозина:

100 мг Эозина растворяют в 100 мл дистиллированной воды; хранят в темной посуде в темном месте при комнатной температуре.

11. ТЕ-буфер, рН 8,0 (10 mM Трис-НСl, рН 8,0, 1 mM ЭДТА) (1 л): смешивают 10 мл 1M Трис-НСl, рН 8,0, 0,2 мл 0,5M ЭДТА и 990 мл дистиллированной воды; раствор автоклавируют и хранят при комнатной температуре.

12. Фенол, насыщенный буфером Трис-НСl, рН 8,0:

аликвоту фенола расплавляют при температуре 68 °С и добавляют 8-гидрооксихинолин до конечной концентрации 0,1 % (1 г на 1 кг фенола); это соединение является антиоксидантом и придает фенольной фракции желтый цвет;

полученное соединение помещают в делительную воронку, содержащую равный объем 1M раствора Трис-НСl, рН 8,0; тщательно перемешивают и оставляют до разделения фаз; верхнюю неокрашенную (водную) фазу удаляют;

повторяют предыдущий шаг еще два раза (или до тех пор, пока рН водной фазы не будет между 7,0 и 8,0);

однократно насыщают фенольную фракцию 0,1M раствором Трис-НСl, рН 8,0; удаляют водную фазу.

Насыщенный раствор фенола хранят в течение 3 мес. в темной посуде, защищая от света, при температуре 4 °С.

Кристаллический фенол можно использовать без редистилляции, если его кристаллы не окрашены или имеют белый цвет. Если кристаллы имеют розовый или желтый цвет, то фенол необходимо очистить редистилляцией при 160 °С; после этого фенол хранят при температуре –20 °С.

13. Смесь фенол–хлороформ–изоамиловый спирт (25:24:1):

смешивают 25 частей фенола, насыщенного буфером, 24 части хлороформа и 1 часть изоамилового спирта; смесь хранят в течение 2 мес. в темной емкости, защищая от света, при температуре 4 °С под слоем 0,1M раствора Трис-НСl, рН 8,0.

14. Водонасыщенный диэтиловый эфир (100 мл):

к 100 мл диэтилового эфира добавляют 100 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают; после разделения двух фаз нижнюю (водную) фазу удаляют; хранят диэтиловый эфир при комнатной температуре.

15. 20%-я; 5%-я взвесь смолы Chelex 100 (100 мл).

20 г (5 г) натриевой формы смолы Chelex 100 (например, Chelex 100 Resin, molecular biology grade, Bio-Rad кат. № 142-1253) помещают в 80 мл дистиллированной воды; pH раствора должна быть 9,0–11,0 (в противном случае раствор не пригоден для выделения ДНК); доводят объем до 100 мл (смола Chelex 100 в воде не растворяется); хранят при температуре 4 °С.

*Примечание.* Для выделения ДНК с использованием ионообменной смолы Chelex 100 рекомендуется использовать коммерческие растворы смолы Chelex 100, оптимизированные специально для выделения ДНК (например, «ReadyAmp™ Genomic DNA Purification System», Cat. # A7710 производства фирмы «Promega», США).

### **Фенольный метод выделения ДНК**

#### *Выделение ДНК из крови и слюны<sup>1</sup>*

I. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 0,5 мл лизирующего раствора, вносят 10–50 мкл жидкой крови или 1 см<sup>2</sup> пятна крови или слюны.

*Примечание.* В зависимости от вида пятна, сроков его образования и условий хранения размер вырезки может быть увеличен или уменьшен.

II. Добавляют 15 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,3 мг/мл), и перемешивают.

III. Инкубируют при температуре 56 °С не менее 1 ч.

*Примечание.* Для зафиксированных пятен и пятен, подвергшихся длительному хранению, время инкубации должно быть увеличено до 6–18 ч; не рекомендуется инкубировать более 24 ч. Эффективность выделения ДНК может быть повышена, если на время инкубации поместить пробирку на качающуюся платформу в горизонтальном положении, при котором обеспечивается наилучшее пропитывание материала лизирующим раствором.

IV. Удаляют предмет-носитель.

В случае выделения ДНК из пятна крови переносят его стерильным пинцетом в наконечник для автоматической пипетки. Наконечник с предметом-носителем помещают в микроцентрифужную пробирку, из которой он был извлечен, так, чтобы уровень жидкости в пробирке и наконечнике находился ниже предмета-носителя; центрифугируют в течение 10 сек при скорости 2000–3000 g; после этого наконечник с отжатым предметом-носителем удаляют.

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из жидкой крови, из пятен крови или слюны.

V. Проводят очистку раствора ДНК от белковых примесей:

1) в пробирку с продуктами лизиса добавляют равный объем смеси фенол–хлороформ–изоамиловый спирт (25:24:1); закрывают пробирку крышкой и тщательно перемешивают с использованием прибора vortex в течение 15–30 сек до образования однородной эмульсии;

2) центрифугируют в течение 3–5 мин при режиме 10 000–15 000 g до разделения двух фаз;

3) осторожно переносят водную фазу (верхнюю) в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, стараясь не захватить нижнюю фазу и интерфазу, содержащие белковые компоненты (если не удалось перенести всю водную фазу, не повредив интерфазы, то центрифугирование необходимо повторить).

VI. Повторяют очистку (см. п. V) еще 2–3 раза, пока не перестанет образовываться белковая интерфаза и водная фаза не станет чистой.

*Примечание.* При проведении дополнительных очисток можно удалять нижнюю фазу, содержащую фенол–хлороформ–изоамиловый спирт. При этом отпадает необходимость в использовании новых микроцентрифужных пробирок и исключаются потери водной фазы при перенесении из одной пробирки в другую.

VII. Проводят концентрирование и очистку раствора ДНК от органических веществ, не экстрагируемых фенолом:

1) в пробирку, содержащую водную фазу, добавляют равный объем n-бутанола; тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 15–30 сек до образования однородной эмульсии;

2) центрифугируют в течение 3–5 мин при режиме 10 000–15 000 g до разделения двух фаз;

3) осторожно переносят водную фазу (нижнюю) в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, стараясь не захватить верхнюю фазу.

VIII. Проводят очистку раствора ДНК от следов фенола и n-бутанола:

1) в пробирку, содержащую водную фазу, добавляют равный объем водонасыщенного диэтилового эфира; тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 15–30 сек до образования однородной эмульсии;

2) центрифугируют в течение 3–5 мин при режиме 10 000–15 000 g до разделения двух фаз;

3) осторожно удаляют верхнюю фазу, содержащую диэтиловый эфир; для удаления следов эфира водную фазу в течение 5 мин

инкубируют при температуре 70 °С (крышка пробирки должна быть открыта!).

IX. Проводят концентрирование и очистку раствора ДНК от водорастворимых веществ<sup>1</sup>:

1) проводят осаждение ДНК с помощью этанола:

а) к раствору ДНК добавляют 5М раствор NaCl до концентрации 0,2М; затем вносят 2 объема 96%-го этанола, тщательно перемешивают и оставляют при температуре –20 °С на 1–2 ч (или на ночь);

б) центрифугируют в течение 10 мин при режиме 10 000–15 000 g и удаляют супернатант;

в) к осадку добавляют 1 мл 80%-го этанола, тщательно перемешивают, снова центрифугируют в том же режиме и удаляют супернатант;

г) осадок высушивают и растворяют в 30–50 мкл деионизованной воды или ТЕ-буфере;

2) проводят концентрирование и очистку ДНК с помощью устройств для концентрирования ДНК:

а) собирают устройство (по инструкции изготовителя) и переносят раствор ДНК в его верхний резервуар;

б) с помощью ТЕ-буфера или деионизованной воды доводят объем жидкости в верхнем резервуаре до объема, установленного изготовителем устройства;

в) центрифугируют устройство при режимах, установленных изготовителем устройства; ДНК концентрируется в верхнем резервуаре в объеме 15–50 мкл, а молекулы величиной менее 100 000 дальтон вместе с жидкостью проходят через мембрану в нижний резервуар; жидкость, скопившуюся в нижнем резервуаре, удаляют;

*Примечание.* Мембрана устройства чувствительна к скорости центрифуги, поэтому не следует превышать режимы, установленные изготовителем устройства, иначе это приведет к повреждению мембраны и потере ДНК. Если объем жидкости в верхнем резервуаре превышает 15–50 мкл, то допустимо увеличить время центрифугирования.

г) повторяют действия пп. «б» и «в» еще 2 раза;

д) сконцентрированный раствор ДНК переносят в новую пробирку.

X. Полученный раствор ДНК хранят при температуре 2–6 °С (для длительного хранения – при температуре –20 °С).

---

<sup>1</sup> Если исходный объект содержал более 500 нг ДНК (приблизительно 10 мкл жидкой крови), то проводят осаждение ДНК с помощью этанола (см. п. 1); если меньше 500 нг – с помощью устройств для концентрирования ДНК (см. п. 2).

### *Выделение ДНК из спермы<sup>1</sup>*

1. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл с 1 мл деионизованной воды вносят вырезку из объекта, содержащего сперму.

*Примечание.* Размер вырезки зависит от вида объекта, давности его образования и условий хранения. При выделении ДНК из объектов, подвергшихся длительному хранению, рекомендуется заменить деионизованную воду на 10%-й раствор уксусной кислоты.

2. Инкубируют при температуре 2–6 °С в течение 6–18 ч.

3. Тщательно перемешивают содержимое пробирки с использованием vortex в течение 15–20 сек и удаляют предмет-носитель (по п. IV протокола «Выделение ДНК из крови и слюны»).

*Примечание.* Не следует уничтожать предмет-носитель до проведения цитологического исследования (там же, п. VI). Если в результате этого исследования не будут обнаружены сперматозоиды, то необходимо провести инкубацию предмета-носителя в 10%-м растворе уксусной кислоты (т.е. повторить действия п. 2).

4. Центрифугируют содержимое пробирки в течение 1 мин в режиме при 10 000 g.

5. Осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого. Суспендируют осадок в оставшемся объеме с помощью автоматической пипетки.

*Примечание.* Этот осадок содержит сперматозоиды и может содержать клетки эпителия, крови и т.д. (в зависимости от объекта).

6. Проводят цитологическое исследование клеточного осадка:

а) приблизительно 3 мкл взвеси клеток переносят на предметное стекло и подсушивают;

б) фиксируют клетки этиловым спиртом в течение 15 мин либо путем прогревания препарата в термостате при температуре 56 °С в течение 30 мин;

в) окрашивают препарат азур-эозиновой смесью в течение 20 мин при комнатной температуре; азур-эозиновую смесь готовят непосредственно перед использованием (эозин–вода–азур в соотношении 1:3,5:1,5); смывают краску дистиллированной водой и высушивают препарат;

---

<sup>1</sup> Этот протокол дифференциального лизиса клеток можно использовать для выделения ДНК из любых объектов, содержащих сперму.

г) микроскопируют препарат, используя объектив 90<sup>×</sup> масляной иммерсии; при обнаружении сперматозоидов проводят дальнейшее исследование; если в препарате имеются эпителиальные клетки, то выполняют процедуру дифференциального лизиса (начиная с п. 7); если эпителиальных клеток (или клеток крови) не обнаружено, то, не проводя процедуру дифференциального лизиса, переходят к выполнению действий п. 10.

7. Проводят лизис эпителиальных клеток:

*Примечание.* Если для извлечения спермы использовался 10%-й раствор уксусной кислоты (см. п. 1), то перед проведением лизиса клеточный осадок необходимо однократно промыть деионизованной водой. Для этого в пробирку со взвесью клеточного осадка добавляют 1 мл деионизованной воды, перемешивают с использованием прибора vortex и центрифугируют в течение 1 мин в режиме 10 000 g. Осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого.

а) к клеточному осадку добавляют 0,5 мл лизирующего раствора и 15 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,3 мг/мл); содержимое пробирки тщательно перемешивают;

б) инкубируют при температуре 56 °С не менее 1 ч;

*Примечание.* Для уменьшения лизиса спермы не следует проводить инкубацию более 2 ч.

в) центрифугируют содержимое пробирки в течение 5 мин в режиме 10 000–15 000 g;

г) осторожно переносят супернатант в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

*Примечание.* Супернатант содержит продукты лизиса клеток эпителиальной фракции. ДНК эпителиальной фракции может быть очищена параллельно с ДНК спермальной фракции (см. п. 11).

8. Отмывают осадок, содержащий сперматозоиды:

а) суспендируют осадок в 0,5 мл лизирующего раствора;

б) центрифугируют в течение 5 мин в режиме 10 000–15 000 g;

в) осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого;

г) повторяют действия, описанные в пп. «а»–«в», еще 1–2 раза;

*Примечание.* Дополнительные промывания рекомендуются в случаях, когда отношение количества эпителиальных клеток к количеству сперматозоидов велико.

- д) суспендируют осадок в 1 мл деионизованной воды;
- е) центрифугируют в течение 5 мин в режиме 10 000–15 000 g;
- ж) осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого; суспендируют осадок в оставшемся объеме с помощью автоматической пипетки.

9. Проводят цитологическое исследование клеточного осадка, как описано в п. 6. Если в препарате кроме сперматозоидов имеются эпителиальные клетки, то необходимо повторить процедуру дифференциального лизиса (см. п. 7), сократив время инкубации при температуре 56 °С до 30 мин, и повторить отмывание осадка (см. п. 8).

10. Проводят лизис сперматозоидов:

*Примечание.* Если для извлечения спермы использовался 10%-й раствор уксусной кислоты (см. п. 1) и не проводилась процедура дифференциального лизиса (см. п. 7), то перед проведением лизиса осадок, содержащий сперматозоиды, необходимо однократно промыть деионизованной водой. Для этого в пробирку с осадком добавляют 1 мл деионизованной воды, перемешивают с использованием vortex и центрифугируют в течение 1 мин в режиме 10 000–15 000 g. Осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого.

а) к осадку добавляют 0,5 мл лизирующего раствора; 15 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,3 мг/мл); 20 мкл 1М раствора ДТТ (до конечной концентрации 40 mM); содержимое пробирки тщательно перемешивают;

б) инкубируют при температуре 56 °С не менее 1 ч.

*Примечание.* Для объектов, представленных в качестве вещественных доказательств, длительность инкубации должна быть увеличена до 6–18 ч.

11. Проводят очистку раствора ДНК эпителиальной фракции (см. п. 7) и раствора ДНК спермальной фракции (см. п. 10) фенольным методом по протоколу «Выделение ДНК из крови и слюны» (начиная с п. V).

#### *Выделение ДНК из мышечных тканей<sup>1</sup>*

1. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 0,5 мл лизирующего раствора, вносят фрагмент мышечной ткани размером 5 × 5 мм.

*Примечание.* Размер фрагмента зависит от вида объекта, а также от сроков и условий его хранения.

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из мышечных тканей без гнилостных изменений и из мумифицированных тканей.

2. Добавляют 15 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,3 мг/мл), и перемешивают.

3. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 6–18 ч до растворения фрагмента ткани.

*Примечание.* Эффективность выделения ДНК может быть повышена, если на время инкубации поместить пробирку на качающуюся платформу в горизонтальном положении.

4. Центрифугируют продукты лизиса в течение 1 мин в режиме 10 000–15 000 g для отделения нерастворившихся компонентов и переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

5. Проводят очистку раствора ДНК фенольным методом по протоколу «Выделение ДНК из крови и слюны» (начиная с п. V).

#### *Выделение ДНК из костей<sup>1</sup>*

1. Исследуемые кости отмывают от остатков мягких тканей и поверхностно стерилизуют:

а) фрагменты или целые кости тщательно промывают в проточной воде, применяя различные детергенты (мыло и пр.); для удаления остатков мягких тканей и загрязнений можно использовать пластиковые щетки или губки;

б) ополаскивают очищенные кости в нескольких порциях дистиллированной или деионизованной воды для устранения остатков детергентов;

в) помещают подготовленные кости в 3%-й раствор перекиси водорода так, чтобы они были полностью покрыты раствором;

г) инкубируют кости при комнатной температуре в течение 12–18 ч;

д) ополаскивают обработанные кости в нескольких порциях стерильной деионизованной воды;

е) высушивают кости в стерильных условиях (в условиях ламинар-бокса или при слабом УФ-облучении).

2. Измельчают кости:

а) фрагменты или целые кости раскалывают щипцами или с помощью молотка и наковальни на фрагменты размерами не более 2 × 2 см;

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из компактного вещества костной ткани.

б) полученные фрагменты костей помещают в резервуар микромельницы (например, «Micromil Grinder» производства фирмы «Bel-Art Products», США, кат. № 37252);

в) проводят измельчение в течение 5 мин;

*Примечание.* При неудовлетворительном качестве измельчения (неоднородности костного порошка) длительность процесса можно увеличить.

г) из подготовленного костного порошка удаляют крупные частицы, затем его взвешивают и используют для выделения ДНК;

д) резервуар микромельницы с измельчающим ножом тщательно моют и автоклавируют.

3. В зависимости от состояния исследуемых костей, длительности и условий их хранения проводят одну из следующих процедур:

а) в пластиковую центрифужную пробирку объемом 15 мл, содержащую до 7 мл лизирующего раствора, помещают 1–4 г костного порошка;

б) в пластиковую центрифужную пробирку объемом 50 мл, содержащую лизирующий раствор, помещают до 7 г костного порошка.

*Примечание.* Объем лизирующего раствора зависит от количества и состояния костного порошка: лизирующего раствора должно быть достаточно, чтобы полностью смочить костный порошок; при этом полученная смесь должна быть текучей. Не рекомендуется проводить выделение ДНК из костного порошка массой менее 1 г.

4. Добавляют раствор, содержащий 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,3 мг/мл), и 1М раствора DTT (до конечной концентрации 40 mM); т.е. на 1 мл лизирующего раствора добавляют 30 мкл 10 мг/мл Протеиназы К и 40 мкл 1М раствора DTT. Содержимое пробирки тщательно перемешивают.

5. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 6–8 ч.

6. Содержимое пробирки тщательно перемешивают.

7. К продуктам лизиса снова добавляют раствор, содержащий 10 мг/мл Протеиназы К и 1М раствора DTT (в количествах, указанных в п. 4). Содержимое пробирки тщательно перемешивают.

8. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 12–16 ч. Общее время первой и второй инкубаций (см. пп. 5 и 8) должно быть не менее 20 ч.

*Примечание.* Эффективность выделения ДНК может быть повышена, если пробирку инкубировать на качающейся платформе в горизонтальном положении.

9. Помещают продукты лизиса в центрифугу с фиксированным углом ротора на 5 мин в режиме 1000 g для отделения нерастворившихся компонентов.

10. Осторожно переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую центрифужную пробирку соответствующего объема.

11. Проводят очистку раствора ДНК фенольным методом по протоколу «Выделение ДНК из крови и слюны» (начиная с п. V). Для концентрирования и очистки раствора ДНК от водорастворимых веществ используют специальные устройства (например, Centricon 100) по п. IX (2) того же протокола.

#### *Выделение ДНК из волос<sup>1</sup>*

1. В зависимости от состояния исследуемого волоса проводят одну из следующих процедур:

а) исследуемый волос промывают при легком покачивании в 50 мл деионизованной воды в течение 1 ч;

б) исследуемый волос промывают при легком покачивании в 1 мл 1%-го глицина в течение 1 ч, затем промывают в деионизованной воде;

в) исследуемый волос инкубируют при легком покачивании в 500 мкл 2%-го Додecilсульфата натрия в течение 10 мин, затем промывают в деионизованной воде.

2. С помощью бинокулярной лупы стерильным скальпелем отрезают луковицу с фрагментом стержня длиной до 1 см.

3. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 0,5 мл лизирующего раствора, вносят фрагмент волоса с луковицей.

*Примечание.* Поверхность волоса может быть загрязнена посторонними биологическими следами (например, кровью), поэтому для контроля чистоты выделения ДНК параллельно проводят процедуру выделения ДНК из фрагмента волоса длиной 0,5–1 см, срезанного со стороны периферического конца (полученную пробу используют в качестве контроля при постановке реакции амплификации).

4. Добавляют 15 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,3 мг/мл), и 20 мкл 1М раствора ДТТ (до конечной концентрации 40 mM). Содержимое пробирки тщательно перемешивают.

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из единичных волос, содержащих луковицу.

5. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 6–8 ч. За это время волос размягчается, но полностью не растворяется.

6. Содержимое пробирки тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

7. К продуктам лизиса снова добавляют 15 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К, и 20 мкл 1М раствора ДТТ. Содержимое пробирки тщательно перемешивают.

8. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 6–8 ч (или в течение ночи). За это время волос практически полностью растворяется.

9. Центрифугируют продукты лизиса в течение 1 мин в режиме 10 000–15 000 g для отделения пигмента и нерастворившихся компонентов; переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

10. Проводят очистку раствора ДНК фенольным методом по протоколу «Выделение ДНК из крови и слюны» (начиная с п. V). Для концентрирования и очистки раствора ДНК от водорастворимых веществ используют устройства для концентрирования ДНК (например, Centricon 100) по п. IX (2) того же протокола.

### ***Метод выделения ДНК с использованием смолы Chelex 100***

#### *Выделение ДНК из крови<sup>1</sup>*

1. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 1 мл деионизованной воды, вносят 3–10 мкл жидкой крови или 0,5 см<sup>2</sup> пятна крови.

*Примечание.* В зависимости от вида пятна размер вырезки может быть уменьшен или увеличен, однако внесение большого количества крови может привести к ингибированию реакции амплификации.

2. Инкубируют при комнатной температуре 15–30 мин.

*Примечание.* Эффективность выделения ДНК может быть повышена, если на время инкубации поместить пробирку на качающуюся платформу в горизонтальном положении, при котором обеспечивается наилучшее пропитывание материала.

3. Центрифугируют содержимое пробирки в течение 2–3 мин в режиме 10 000–15 000 g.

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из жидкой крови и из пятен крови, не подвергавшихся длительному хранению.

4. Осторожно, не повреждая клеточного осадка, удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 20 мкл содержимого. Если исследуется пятно крови, то вместе с клеточным осадком в пробирке оставляют предмет-носитель.

5. Добавляют 5%-ю взвесь смолы Chelex 100 до конечного объема 200 мкл; содержимое пробирки перемешивают.

6. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 15–30 мин.

*Примечание.* Эффективность выделения ДНК может быть повышена, если на время инкубации поместить пробирку на качающуюся платформу в горизонтальном положении, при котором обеспечивается наилучшее пропитывание материала.

7. Содержимое пробирки тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

8. Центрифугируют в течение 10–20 сек в режиме 10 000–15 000 g для осаждения жидкости с крышки и стенок пробирки.

9. Инкубируют при температуре 100 °С в течение 8 мин.

10. Содержимое пробирки тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

11. Центрифугируют в течение 2–3 мин в режиме 10 000–15 000 g для отделения ионообменной смолы и нерастворившихся компонентов; переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

12. Полученный раствор ДНК хранят при температуре 2–6 °С (при длительном хранении – при температуре –20 °С).

#### *Выделение ДНК из спермы<sup>1</sup>*

1. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 1 мл деионизованной воды, вносят вырезку из объекта, содержащего сперму.

*Примечание.* Размер вырезки зависит от вида объекта, давности его образования и условий хранения. При выделении ДНК из объектов, подвергшихся длительному хранению, рекомендуется заменить деионизованную воду на 10%-й раствор уксусной кислоты.

2. Инкубируют при температуре 2–6 °С в течение 6–18 ч.

3. Тщательно перемешивают содержимое пробирки с использованием vortex в течение 15–30 сек и удаляют предмет-носитель:

---

<sup>1</sup> Этот протокол дифференциального лизиса клеток можно использовать для выделения ДНК из любых объектов, содержащих сперму.

стерильным пинцетом его переносят в наконечник для автоматической пипетки. Наконечник с предметом-носителем помещают в микроцентрифужную пробирку, из которой он был извлечен (так, чтобы уровень жидкости в пробирке и наконечнике находился ниже предмета-носителя). Центрифугируют в течение 10 сек в режиме 10 000–15 000 g.

*Примечание.* Не следует выбрасывать предмет-носитель до проведения цитологического исследования (см. п. 6). Если в результате этого исследования не будут обнаружены сперматозоиды, то необходимо провести инкубацию предмета-носителя в 10%-м растворе уксусной кислоты (т.е. повторить действия п. 2).

4. Центрифугируют содержимое пробирки в течение 1 мин в режиме 10 000 g.

5. Осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого. Суспендируют осадок в оставшемся объеме с помощью автоматической пипетки.

*Примечание.* Этот осадок содержит сперматозоиды: в зависимости от объекта он может содержать клетки эпителия, крови и т.д.

6. Проводят цитологическое исследование клеточного осадка по п. 6 протокола «Выделение ДНК из спермы фенольным методом». При обнаружении сперматозоидов проводят дальнейшее исследование. Если в препарате имеются эпителиальные клетки, то выполняют процедуру дифференциального лизиса (начиная с п. 7). Если эпителиальных клеток (или клеток крови) не обнаружено, то, не проводя процедуру дифференциального лизиса, переходят к выполнению действий п. 10.

7. Проводят лизис эпителиальных клеток:

*Примечание.* Если для извлечения спермы использовался 10%-й раствор уксусной кислоты (см. п. 1), то перед проведением лизиса клеточный осадок необходимо однократно промыть деионизованной водой. Для этого в пробирку со взвесью клеточного осадка добавляют 1 мл деионизованной воды, перемешивают с использованием vortex и центрифугируют в течение 1 мин в режиме 10 000 g. Осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого.

а) к клеточному осадку добавляют ТЕ-буфер до конечного объема 200 мкл;

б) добавляют 2–6 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К, и тщательно перемешивают;

*Примечание.* Если количество эпителиальных клеток мало (до 20 клеток в поле зрения микроскопа), то используют 2 мкл раствора Протеиназы К. Если отношение количества эпителиальных клеток к количеству сперматозоидов велико (10:1), то используют до 6 мкл раствора Протеиназы К.

в) инкубируют при температуре 56 °С не менее 1 ч;

*Примечание.* Для уменьшения лизиса спермы не следует проводить инкубацию дольше 2 ч.

г) центрифугируют содержимое пробирки в течение 5 мин в режиме 10 000–15 000 g;

д) осторожно переносят 150 мкл супернатанта в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл и добавляют 50 мкл 20%-й взвеси смолы Chelex 100.

*Примечание.* Супернатант содержит продукты лизиса клеток эпителиальной фракции. ДНК эпителиальной фракции может быть очищена параллельно с ДНК спермальной фракции (см. п. 11).

8. Отмывают осадок, содержащий сперматозоиды:

а) суспендируют осадок в 0,5 мл лизирующего раствора;

б) центрифугируют в течение 5 мин в режиме 10 000–15 000 g;

в) осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 50 мкл содержимого;

г) повторяют действия, описанные в пп. «а»–«в», еще 1–2 раза;

*Примечание.* Дополнительные промывания рекомендуются в случаях, когда отношение эпителиальных клеток к сперматозоидам велико.

д) суспендируют осадок в 1 мл деионизованной воды;

е) центрифугируют в течение 5 мин в режиме 10 000–15 000 g;

ж) осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 25 мкл содержимого; суспендируют осадок в оставшемся объеме с помощью автоматической пипетки.

9. Проводят цитологическое исследование клеточного осадка по п. 6 протокола «Выделение ДНК из спермы фенольным методом». Если в препарате кроме сперматозоидов имеются эпителиальные клетки, то необходимо повторить процедуру дифференциального лизиса (см. п. 7), сократив время инкубации при температуре 56 °С до 30 мин, и повторить отмывание осадка (см. п. 8).

10. Проводят лизис сперматозоидов:

*Примечание.* Если для извлечения спермы использовался 10%-й раствор уксусной кислоты (см. п. 1) и не проводилась процедура дифференциального

лизиса (см. п. 7), то перед проведением лизиса осадок, содержащий сперматозоиды, необходимо однократно промыть деионизованной водой. Для этого в пробирку с осадком добавляют 1 мл деионизованной воды, перемешивают с использованием vortex и центрифугируют в течение 1 мин в режиме 10 000–15 000 g. Осторожно удаляют супернатант, оставив в пробирке приблизительно 25 мкл содержимого.

а) к осадку добавляют 5%-ю взвесь смолы Chelex 100 до конечного объема 200 мкл, 2 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К, и 7 мкл 1М раствора ДТТ; содержимое пробирки тщательно перемешивают;

б) инкубируют при температуре 56 °С 30–60 мин.

11. Тщательно перемешивают раствор ДНК спермальной фракции (см. п. 10) и раствор ДНК эпителиальной фракции (см. п. 7) с использованием vortex в течение 5–10 сек.

12. Центрифугируют в течение 10–20 сек в режиме 10 000–15 000 g для осаждения жидкости с крышки и стенок пробирки.

13. Инкубируют при температуре 100 °С в течение 8 мин.

14. Содержимое пробирки тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

15. Центрифугируют в течение 2–3 мин в режиме 10 000–15 000 g для отделения ионообменной смолы и нерастворившихся компонентов; переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

16. Хранят полученный раствор ДНК при температуре 2–6 °С (при длительном хранении – при температуре –20 °С).

#### *Выделение ДНК из слюны<sup>1</sup>*

1. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 200 мкл 5%-й взвеси смолы Chelex 100, вносят объект, содержащий слюну, размером 5 × 5 мм.

*Примечание.* Размер вырезки в зависимости от вида пятна может быть уменьшен или увеличен.

2. Добавляют 2 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К; содержимое пробирки перемешивают.

3. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 15–30 мин.

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из пятен слюны и объектов, содержащих слюну.

*Примечание.* Эффективность выделения ДНК может быть повышена, если на время инкубации поместить пробирку на качающуюся платформу в горизонтальном положении, при котором обеспечивается наилучшее пропитывание материала.

4. Содержимое пробирки перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

5. Центрифугируют в течение 10–20 сек в режиме 10 000–15 000 g для осаждения жидкости с крышки и стенок пробирки.

6. Инкубируют при температуре 100 °С в течение 8 мин.

7. Содержимое пробирки перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

8. Центрифугируют в течение 2–3 мин в режиме 10 000–15 000 g для отделения ионообменной смолы и нерастворившихся компонентов; переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

9. Хранят полученный раствор ДНК при температуре 2–6 °С (при длительном хранении – при температуре –20 °С).

#### *Выделение ДНК из волос<sup>1</sup>*

1. В зависимости от состояния исследуемого волоса проводят одну из следующих процедур:

а) исследуемый волос промывают при легком покачивании в 50 мл деионизованной воды в течение 1 ч;

б) исследуемый волос промывают при легком покачивании в 1 мл 1%-го глицина в течение 1 ч; затем промывают в деионизованной воде;

в) исследуемый волос инкубируют при легком покачивании в 500 мкл 2%-го Додецилсульфата натрия в течение 10 мин; затем промывают в деионизованной воде.

2. С помощью бинокулярной лупы стерильным скальпелем отрезают луковицу с фрагментом стержня длиной до 1 см.

3. В микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 200 мкл 5%-й взвеси смолы Chelex 100, вносят фрагмент корневого конца волоса с луковицей.

*Примечание.* Поверхность волоса может быть загрязнена посторонними биологическими следами (например, кровью), поэтому для контроля чистоты выделения ДНК параллельно проводят процедуру выделения ДНК из

---

<sup>1</sup> Этот протокол можно использовать для выделения ДНК из единичных волос, содержащих луковицу.

фрагмента волоса длиной 0,5–1 см, срезанного со стороны периферического конца (полученную пробу используют при постановке реакции амплификации).

4. Добавляют 2 мкл раствора, содержащего 10 мг/мл Протеиназы К (до конечной концентрации 0,1 мг/мл), и 7 мкл 1М раствора DTT (до конечной концентрации 35 mM). Содержимое пробирки тщательно перемешивают.

5. Инкубируют при температуре 56 °С в течение 6–18 ч до растворения волоса.

6. Содержимое пробирки тщательно перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

7. Центрифугируют в течение 10–20 сек в режиме 10 000–15 000 g для осаждения жидкости с крышки и стенок пробирки.

8. Инкубируют при температуре 100 °С в течение 8 мин.

9. Содержимое пробирки перемешивают с использованием vortex в течение 5–10 сек.

10. Центрифугируют в течение 2–3 мин в режиме 10 000–15 000 g для отделения ионообменной смолы и нерастворившихся компонентов; переносят супернатант, содержащий ДНК, в новую микроцентрифужную пробирку объемом 1,5 мл.

11. Проводят концентрирование раствора ДНК с помощью устройства (например, Centricon 100) по п. IX (2) протокола «Выделение ДНК из крови и слюны фенольным методом».

12. Хранят полученный раствор ДНК при температуре 2–6 °С (при длительном хранении – при температуре –20 °С).

### ***Метод выделения ДНК с использованием абсорбирующих веществ***

Для проведения выделения ДНК с использованием абсорбирующих веществ используют специальные наборы реагентов, оптимизированные для применения в экспертно-криминалистической практике. Выделение ДНК проводят по прилагаемым инструкциям изготовителей.

### ***Количественная оценка выделенной ДНК***

Наиболее точный и эффективный метод оценки количества выделенной ДНК – метод полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ), который позволяет фиксировать выход продукта реакции после каждого цикла амплификации. На основании получа-

емых данных идет построение кинетической кривой ПЦР, после анализа которой возможно определение относительной концентрации исследуемых проб ДНК. Для детекции продуктов ПЦР, получаемых в ходе амплификации в реальном времени, применяют флуоресцентные красители.

Полимеразная цепная реакция – многоступенчатый процесс. На первом этапе проводится температурная денатурация ДНК, в результате которой молекула ДНК разделяется на отдельные цепи. Затем происходит отжиг (гибридизация) одноцепочечных молекул с праймерами (короткими одноцепочечными фрагментами ДНК величиной 20–40 нуклеотидов); отжиг праймеров осуществляется с комплементарными им участками ДНК, располагающимися по краям интересующей (исследуемой) последовательности ДНК. Далее происходит достройка «дочерней» полинуклеотидной цепи на ДНК-матрице в пределах, ограниченных праймерами, с помощью особого фермента – термостабильной ДНК-полимеразы, выделенной из термофильных бактерий *Thermus aquaticus*, живущих в горячих источниках Камчатки.

Для каждого этапа реакции характерен оптимальный температурный режим, а подбор праймеров для ПЦР осуществляется таким образом, что синтез новых полинуклеотидных цепей с помощью ДНК-полимеразы осуществляется только между ними, удваивая в каждом цикле количество копий этого участка ДНК.

Определение концентрации ДНК с помощью ПЦР-РВ основано на использовании специального зонда TaqMan. Во время отжига праймеров к матричной цепи ДНК присоединяется зонд TaqMan – искусственно созданный олигонуклеотид, который представляет собой короткий фрагмент ДНК, комплементарный участку, синтезируемому при ПЦР. Зонд TaqMan содержит две флуоресцентные метки – репортерный краситель в 5'-конце (reporter) и гаситель флуоресценции в 3'-конце (quantcher). Эти метки подобраны так, что когда они рядом, флуоресценция гасится друг другом.

В процессе достройки роль ДНК-полимеразы оказывается двоякой. Этот фермент удлиняет цепь ДНК, последовательно присоединяя по одному нуклеотиду к 3'-концу, осуществляя синтез в направлении 5'–3', и в то же время проявляется его экзонуклеазная активность, в процессе которой разрушается зонд TaqMan. Метки зонда освобождаются, выходят в раствор и восстанавливают способность флуоресцировать. Накопление продуктов ПЦР регистрируется по увеличению

флуоресценции репортерного красителя. Увеличение флуоресцентного сигнала происходит только в случае специфичной амплификации определенного участка человеческой ДНК. При этом исключается возможность детектирования продуктов неспецифичной амплификации и бактериальной ДНК.

При построении кривой зависимости возрастания флуоресцентного сигнала от числа циклов ПЦР получают кинетическую кривую ПЦР в реальном времени, которая имеет сигмовидную форму. В ней выделяют три стадии: стадию инициации (когда ПЦР-продукты еще не детектируются), экспоненциальную стадию (когда наблюдается экспоненциальная зависимость количества флуоресценции от цикла ПЦР) и стадию насыщения в виде плато.

На первых циклах (от шестого до пятнадцатого) чувствительности детекционного оборудования недостаточно для учета флуоресценции – наблюдаемое свечение называют базовой линией (Baseline). Линия, которая выше базовой линии на 0,2 условных единиц интенсивности флуоресценции, называется пороговой линией (Threshold). Цикл, в котором флуоресцентный сигнал возрастает и происходит пересечение пороговой линии, называется пороговым циклом (Ct); на его значение влияют как исходная концентрация человеческой ДНК, так и степень эффективности ПЦР.

В ходе исследования определяют пороговые циклы анализируемых проб. Те образцы, в которых концентрация человеческой ДНК больше, быстрее достигают пороговой линии при более низких номерах циклов, чем образцы с меньшей концентрацией.

Для вычисления концентрации ДНК исследуемых проб используют калибровочные пробы, для которых концентрация ДНК известна. На основе результатов определения пороговых циклов калибровочных проб строится калибровочный график (Standard Curve) зависимости порогового цикла (Ct) от исходной концентрации ДНК. Имея такой график, можно определить по измеренному значению Ct концентрацию ДНК в неизвестных пробах. При использовании современного оборудования этот учет и определение осуществляются автоматически.

Для реализации возможности установления ингибиторов ПЦР параллельно с ПЦР на матрице человеческой ДНК происходит ПЦР на матрице синтетической последовательности ДНК, которая не встречается в природе. Для осуществления этой ПЦР в реакционной среде присутствуют два праймера (прямой и обратный); свой зонд TaqMan,

имеющий уже другую флуоресцентную метку. Это позволяет обнаружить именно эту синтетическую последовательность. Такая вторая ПЦР называется внутренним контролем ПЦР (IPC).

По результатам оценки реакции IPC можно контролировать ПЦР – не были ли допущены ошибки при постановке ПЦР или имеются ли в среде ингибиторы ПЦР. Возможны следующие варианты контроля:

1) есть сигнал IPC и сигнал исследуемой ДНК – это норма; ошибок при исполнении не было;

2) есть сигнал IPC, нет сигнала исследуемой ДНК – количества исследуемой ДНК недостаточно для ПЦР;

3) нет сигнала IPC или он слабее, чем в других пробах; нет сигнала исследуемой ДНК – частичное или полное ингибирование ПЦР;

4) нет сигнала IPC или он слабее, чем в других пробах; есть сигнал исследуемой ДНК – наблюдается преимущественная амплификация исследуемой ДНК, вероятнее всего, за счет ее большого количества (сигнал IPC в данном случае игнорируется).

Достоинством этого метода является то, что он позволяет с высокой точностью детектировать в пробах ДНК минимальные количества ДНК человека вне зависимости от присутствия в пробах нечеловеческой ДНК. Кроме того, имеется возможность устанавливать в исследуемых пробах присутствие ингибиторов ПЦР.

Для проведения оценки количества выделенной ДНК с помощью метода полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ) используют соответствующее оборудование для ПЦР-РВ и специальные наборы реагентов, оптимизированные для применения в экспертно-криминалистической практике. Оценку количества выделенной ДНК проводят по протоколам и инструкциям изготовителей.

### ***Синтез последовательностей STR-локусов с помощью ПЦР***

Следующий этап исследования – проведение амплификации изучаемых полиморфных последовательностей ДНК методом полимеразной цепной реакции.

Полимеразная цепная реакция представляет собой процесс контролируемого копирования ДНК, позволяющий амплифицировать интересующие последовательности ДНК. Процесс амплификации аналогичен процессу воспроизведения ДНК, который происходит в клетке перед ее делением, с тем лишь отличием, что копируется не вся хромосома, а только ее короткий фрагмент.

В результате реакции происходит экспоненциальное увеличение числа амплифицируемых фрагментов: теоретически, к концу 30-го цикла амплификации на основе одной молекулы ДНК синтезируются  $10^9$  копий интересующей последовательности.

При исследовании STR-локусов при ПЦР синтезируются фрагменты, длина которых зависит от числа повторяющихся единиц в конкретном локусе. В случае исследования гомозиготного образца образуется один вид фрагментов, а в случае гетерозиготного – два.

Для проведения исследования STR-локусов с помощью ПЦР используют приборы-термоциклеры и специальные наборы реагентов, оптимизированные для применения в экспертно-криминалистической практике. Постановку и проведение ПЦР проводят по протоколам и инструкциям изготовителей.

### *Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР*

Фракционирование и детекция флуоресцентно меченных продуктов ПЦР проводятся в автоматизированных системах (секвенаторах или генетических анализаторах), в которых автоматизированы этапы электрофореза, детекции флуоресцентно меченных фрагментов ДНК и учета результатов электрофореза. Имеются два основных варианта таких систем:

- 1) электрофорез в денатурирующем полиакриламидном геле;
- 2) электрофорез в капилляре в среде специального полимера при денатурирующих условиях (капиллярный электрофорез).

Достоинства первого варианта электрофореза – меньшие требования, предъявляемые к чистоте и качеству реактивов, меньшая стоимость анализа, проведение традиционных для ручного исследования процедур (приготовление полиакриламидного геля, подготовка образцов, их нанесение и т.д.). Недостатки этого варианта – необходимость проведения значительного количества ручных операций и цикличность работы, требующая накопления объектов исследования.

Приборы капиллярного электрофореза лишены перечисленных недостатков, однако стоимость анализа более высока. Достоинство этих приборов – значительно более высокая скорость проведения электрофореза, что позволяет оперативно проводить анализ исследуемых объектов.

Для электрофореза продуктов ПЦР STR-локусов их смешивают с денатурирующим реагентом формамидом и набором фрагментов

ДНК с известными длинами (внутренним стандартом). Фрагменты внутреннего стандарта содержат флуоресцентную метку, отличающуюся от флуоресцентных меток продуктов ПЦР. После электрофореза по расположению исследуемых фрагментов относительно фрагментов внутреннего стандарта определяют их величину с высокой точностью.

В результате фракционирования продуктов ПЦР на приборах получают первичные графические данные электрофореграмм. Эти данные представляют собой графики измерений детектором интенсивности свечения четырех или пяти флуоресцентных меток в виде последовательности цветных пиков, соответствующих исследуемым фрагментам ДНК. Расшифровку электрофореграмм проводят с помощью специальных компьютерных программ.

Для проведения электрофоретического разделения продуктов ПЦР используют приборы капиллярного электрофореза, оптимизированные для применения в экспертно-криминалистической практике. Электрофорез и детекцию флуоресцентно меченных продуктов ПЦР проводят по протоколам и инструкциям изготовителей.

### ***Установление генотипа по исследованным STR-локусам ядерной ДНК***

Для установления аллелей STR-локусов при электрофорезе продуктов ПЦР исследуемых проб используют пробу специального аллельного маркера, или леддера. Эта проба содержит фрагменты ДНК, соответствующие по последовательности и размерам всем встречающимся аллелям исследуемых локусов. Аллельный леддер является внешним стандартом исследования (аллельные леддеры производятся изготовителями реактивов для амплификации).

Обработка электрофореграмм проводится с помощью специальных компьютерных программ по инструкциям изготовителей. С помощью этих программ общая электрофореграмма пробы разделяется на электрофореграммы по отдельным флуоресцентным красителям. Величина исследуемых фрагментов определяется по их расположению относительно фрагментов внутреннего стандарта. Полученные величины сравниваются с величинами фрагментов аллельного леддера.

Допустимое отклонение исследуемых фрагментов от фрагментов аллельного леддера не должно превышать  $\pm 0,5$  нуклеотида. При наличии совпадений фрагмент обозначается программой в соответствии

с принятой номенклатурой аллелей; при отсутствии совпадений обозначается как неопределенный.

Все фрагменты, обозначенные как неопределенные или локализующиеся правее и левее крайних аллелей леддера, должны быть проанализированы. Данное исследование следует повторить. При воспроизводимости результатов фрагменты, не совпадающие с фрагментами аллельного леддера, должны быть обозначены экспертом вручную в соответствии с принятой номенклатурой аллелей. В случае отсутствия воспроизводимости выявленные первоначально фрагменты являются неспецифическими и дальнейшему анализу не подлежат.

При анализе электрофореграмм могут быть обнаружены и другие неспецифические фрагменты, которые необходимо отличать от истинных аллелей. Часто выявляют так называемые статтеры – фрагменты, которые короче истинного аллеля на одну повторяющуюся единицу (т.е. по уровню расположения соответствуют фрагменту леддера, предшествующему истинному аллелю).

Для статтера характерны два признака, по которым его отличают от истинных аллелей:

- 1) если появляется статтер, то он всегда ассоциирован с истинным аллелем (он короче истинного аллеля на одну повторяющуюся единицу);
- 2) интенсивность статтера обычно не превышает 15 % интенсивности истинного аллеля, с которым он ассоциирован.

Другими часто выявляемыми неспецифическими фрагментами являются так называемые N-фрагменты. Их появление связано с тем, что ДНК-полимераза обладает свойством достраивать во вновь синтезированную цепь ДНК один лишний нуклеотид. В результате этого свойства на основе матричной цепи ДНК синтезируются два типа фрагментов: N+1-фрагменты, которые длиннее на один нуклеотид, и N-фрагменты, соответствующие истинной длине исходной ДНК. Интенсивность N-фрагментов всегда ниже, чем N+1-фрагментов. Присутствие N-фрагментов обычно не усложняет установление истинных аллелей, однако следует особенно внимательно анализировать электрофореграммы локусов, аллели которых могут отличаться на одну пару оснований (например, аллели 9.3 и 10 локуса TH01).

Особые неспецифические сигналы возникают в случае электрофореза проб с избыточным количеством продуктов ПЦР. В этом случае детекционная система прибора (цифровая камера) оказывается перена-

сыщенной, и становится невозможным корректное разделение флуоресцентных сигналов, получаемых в результате свечения разных флуоресцентных меток. В итоге на электрофореграммах отдельных флуоресцентных красителей детектируются фрагменты, равные по размеру. Истинным фрагментом является только тот, у которого интенсивность свечения (высота пика) самая большая; сигналы других флуоресцентных красителей, равные по размеру, но меньшие по интенсивности, следует считать неспецифическими. При неясных случаях следует повторить электрофорез с внесением меньшего количества продуктов ПЦР.

Фрагменты, которые были определены как статтеры или иные неспецифические фрагменты, в дальнейшем исследовании не учитываются.

### ***Установление тождества генотипов у сравниваемых объектов***

При сравнении установленных генетических признаков по STR-локусам исследуемого объекта с генетическими признаками определенного лица возможны два варианта:

- 1) генетические признаки сравниваемых объектов имеют различия;
- 2) генетические признаки сравниваемых объектов полностью совпадают.

В первом случае это означает, что сравниваемые объекты не имеют общего источника происхождения (т.е. не произошли от одного лица). При установлении различий в генетических признаках для исключения происхождения исследуемых объектов от одного лица достаточно обнаружить несовпадение лишь в одном исследованном STR-локусе; однако для достоверного исключения целесообразно обнаружить более одного несовпадения.

Во втором случае это означает, что сравниваемые объекты могут иметь общий источник происхождения (один и тот же индивидуум или его однойцовый близнец). Однако не исключается случайное совпадение генетических признаков неродственных лиц; оценка вероятности такого события проводится на основе популяционных исследований частот встречаемости аллелей STR-локусов.

В этом случае также возможны два варианта:

- 1) генетические признаки по отдельному локусу имеют гомозиготное состояние;
- 2) генетические признаки по отдельному локусу имеют гетерозиготное состояние.

В первом случае вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых объектов ( $P$ ) равна вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего гомозиготным генотипом, и определяется по формуле:

$$P = p_a^2,$$

где  $p_a$  – популяционная частота аллеля  $a$ ;

$p_a^2$  – частота встречаемости в популяции гомозиготного генотипа  $aa$ .

Во втором случае вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых объектов ( $P$ ) равна вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего гетерозиготным генотипом, и определяется по формуле:

$$P = 2p_a p_b,$$

где  $p_a$  и  $p_b$  – популяционные частоты аллелей  $a$  и  $b$ ;

$2p_a p_b$  – частота встречаемости в популяции гетерозиготного генотипа  $ab$ .

Расчет значения вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего установленными генетическими признаками по нескольким локусам, которые не являются сцепленными (наследование по ним происходит независимо), определяют согласно теореме умножения вероятностей как произведение вероятностей встречаемости признаков, вычисленных по каждому из локусов:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n,$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – значения вероятностей встречаемости признаков, вычисленных по локусам, обозначенным номерами  $1, 2, \dots, n$ .

Чем реже частота встречаемости в популяции установленного генотипа, тем ниже вероятность случайного совпадения генетических признаков неродственных лиц и тем выше идентификационная значимость исследования.

При достижении значений вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ ) ниже  $1,67 \times 10^{-10}$  допустимо формулирование положительного вывода в категоричной форме. Указанная вероятность свидетельствует о том, что среди населения Земли (около  $6 \times 10^9$  чел.) теоретически только один человек обладает выявленным сочетанием генетических признаков.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при достижении значений вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ ) ниже  $1,67 \times 10^{-10}$ . Указанная вероятность свидетельствует о том, что среди населения Земли (около  $6 \times 10^9$  чел.) теоретически только один человек обладает выявленным сочетанием генетических признаков.

*Пример.* Представленный на исследование биологический объект произошел от лица, проходящего по делу.

Вероятный положительный вывод формулируется при значениях вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ ) выше  $1,67 \times 10^{-10}$ . Указанная вероятность свидетельствует о том, что среди населения Земли (около  $6 \times 10^9$  чел.) теоретически могут быть обнаружены лица, обладающие выявленным сочетанием генетических признаков.

*Пример.* Представленный на исследование биологический объект, вероятно, произошел от лица, проходящего по делу. Вероятность случайного совпадения генетических признаков, выявленных в биологическом объекте и биологическом образце лица, проходящего по делу, составляет  $3,48 \times 10^{-8}$ . Это означает, что теоретически один человек из 28,7 млн обладает выявленным сочетанием генетических признаков.

Категорический отрицательный вывод формулируется, когда генетические признаки сравниваемых объектов имеют различия.

*Пример.* Представленный на исследование биологический объект не произошел от лица, проходящего по делу.

Вероятный отрицательный вывод в случае установления происхождения биологического объекта от конкретного лица недопустим.

### **Литература**

1. Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М., 1985.

2. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. – М., 1984.

3. Орлов Ю.К. Заключение эксперта и его оценка (по уголовным делам). – М., 1995.
4. Перепечина И.О., Гришечкин С.А. Вероятностные расчеты в ДНК-дактилоскопии. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.
5. Перепечина И.О., Тялина Ю.Ю. Исследование ДНК, подвергшейся выраженной деградации. – М.: ЭКЦ МВД России, 1999.
6. Пименов М.Г., Культин А.Ю., Кондрашов С.А. Научные и практические аспекты криминалистического ДНК-анализа. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.
7. ABI PRISM 7000 Sequence Detection System User Guide. – Applied Biosystems. – 2002.
8. Amp FISTR Identifier PCR Amplification kit. User's Manual. – Applied Biosystems. – 2006.
9. Applied Biosystems 3130/3130xl Genetic Analyzers Getting Started Guide. – Applied Biosystems. – 2004.
10. Applied Biosystems 7300/7500/7500 Fast Real-Time PCR System Installation and Maintenance Guide. – Applied Biosystems. – 2006.
11. Cattaneo C., Craig O.E., James N.T., Sokol R.J. Comparison of Three DNA Extraction Methods on Bone and Blood Stains up 43 Years Old and Amplification of Three Different Gene Sequences // J. Forensic Sci. – 1997. – Vol. 42. – No. 6.
12. Fisher D.L., Holland M.M., Mitchel L.G. et al. Extraction, Evaluation and Amplification of DNA from Decalcified and Undecalcified United States Civil War Bones // J. Forensic Sci. – 1993. – Vol. 38. – No. 1.
13. GeneMapper ID Software Versions 3.1 and 3.2 Human Identification Analysis Tutorial. – Applied Biosystems. – 2004.
14. GeneMapper ID Software Version 3.1 Human Identification Analysis User Guide. – Applied Biosystems. – 2003.
15. Higuchi R., von Beroldigen C.H., Sensabaugh G.F., Erlich H.A. DNA Typing from Single Hairs // Nature. – 1988. – Vol. 332. – No. 6164.
16. Hochmeister M.N., Budowle B., Borer U.V. et al. Typing of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Extracted from Compact Bone from Human Remains // J. Forensic Sci. – 1991. – Vol. 36. – No. 6.
17. Operating Manual Centricon® Concentrators. – Amicon, Inc, 1996.
18. Quantifiler Human DNA Quantification Kit and Quantifiler Y Human Male DNA Quantification Kit. User's Manual. – Applied Biosystems. – 2003.

19. *Stewart J.E.B., Aagaard P.J., Pokorak E.G. and other.* Evaluation of a multicapillary electrophoresis instrument for mitochondrial DNA typing // *J. Forensic Sci.* – 2003; 48 (3).

20. Technical Bulletin DNA IQ System Small Sample Casework Protocol Part # TB296 (Revised 4/06). Promega Corporation. – Madison, WI, 2006.

21. Technical Bulletin Tissue and Hair Extraction Kit (for use with DNA IQ) Protocol. Part # TB307 (Revised 5/06). Promega Corporation. – Madison, WI, 2006.

22. Technical Manual PowerPlex 16 System, Part # TMD012 (Revised 3/02). Promega Corporation. – Madison, WI, 2002.

23. *Walsh P.S., Metzger D.A., Higuchi R.* Chelex® 100 as a Medium for Simple Extraction of DNA for PCR-Based Typing From Forensic Material // *BioTechniques.* – 1991. – Vol. 10. – No. 4.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АМЕЛОГЕНИНОВОГО ГЕНА**

*А.Ю. Культин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление генетического пола тканей и выделений человека.

### **Объекты исследования**

Фрагмент амелогенинового гена ДНК тканей и выделений человека (кровь, сперма, слюна, костные ткани, мышечные ткани и др.).

### **Вопрос, решаемый экспертизой**

Происходит ли биологический объект от лица мужского (женского) генетического пола?

### **Сущность методики**

Анализ электрофоретически разделенных продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР), синтезированных на матрице амелогенинового гена ДНК, выделенной из тканей и выделений человека.

### **Подзадачи**

- Выделение ДНК из исследуемого объекта<sup>1</sup>.
- Количественная оценка выделенной ДНК<sup>1</sup>.
- Синтез фрагментов последовательности амелогенинового гена<sup>1</sup>.
- Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР<sup>1</sup>.
- Установление генетического пола тканей и выделений человека.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Генотип по амелогениновому гену.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

- Генетический анализатор (секвенатор).
- Программное обеспечение для генетического анализатора (секвенатора).
- Термоциклер (амплификатор).
- Прибор для ПЦР в реальном времени.
- Центрифуги (скорость вращения – 10 000–15 000 об/мин).
- Холодильники и морозильники (температура +4 и –20 °С).
- Вытяжной шкаф.
- Дистиллятор.
- Система для очистки и деионизации воды.
- Мельница для измельчения биологических объектов.
- ПЦР-бокс.
- Весы электронные (точность измерения – до 1 мг).
- Источник бесперебойного питания.
- Ламинарный шкаф.
- pH-метр.
- Качающаяся платформа (шейкер).
- Прибор для встряхивания и перемешивания (vortex).
- Термошейкеры для микропробирок, рассчитанные на температуру 56 и 100 °С.
- Термостат.
- Микротермостат для пробирок объемом 1,5 мл.
- Дозаторы с меняющимся объемом.

---

<sup>1</sup> Решение подзадачи – см. методику «Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфизма длины последовательностей STR-локусов ядерной ДНК» (с. 45–72).

- Магнитная мешалка с подогревом.
- Компьютер с принтером.
- Автоклав.
- Кварцевая лампа.
- Устройство кондиционирования воздуха.
- Микропробирки объемом 1,5 мл.
- Пробирки объемом 15 и 50 мл.
- Амплификационные пробирки объемом 0,2 мл.
- Штативы для микропробирок.
- Наконечники к дозаторам.
- Магнитные элементы.
- Устройства для концентрирования ДНК.
- Магнитный штатив.
- Смола Chelex 100.
- Трис(гидроксиметил)аминометан.
- Этилендиаминтетраацетат натрия ( $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- Соляная кислота.
- Натрия гидроокись.
- Натрия хлорид.
- Додецилсульфат натрия.
- Дитиотрейтол.
- Протеиназа К.
- Фенол.
- Хлороформ.
- Спирт изоамиловый.
- 8-оксихинолин.
- Спирт этиловый (ректификат).
- n-бутанол.
- Диэтиловый эфир.
- Наборы для выделения ДНК с помощью веществ, абсорбирующих ДНК.
- Наборы для ПЦР.
- Наборы для ПЦР в реальном времени.
- Реагенты для калибровки генетического анализатора (секвенатора).
- Реагенты для калибровки прибора для ПЦР в реальном времени.
- Буфер для электрофореза.
- Деионизованный формамид.
- Среда для электрофореза (полимер).

### Последовательность действий эксперта

Для установления генотипа по амелогениновому гену при электрофореze продуктов ПЦР исследуемых проб используется проба специального аллельного маркера или леддера, которая содержит фрагменты ДНК, соответствующие аллелям амелогенинового гена последовательности и размера. Аллельный леддер является внешним стандартом исследования (аллельные леддеры производятся изготовителями реактивов для амплификации).

Обработка электрофореграмм проводится с помощью специальных компьютерных программ (по инструкциям изготовителей). С помощью этих программ общая электрофореграмма пробы разделяется на электрофореграммы по отдельным флуоресцентным красителям. Величина исследуемых фрагментов определяется по их расположению относительно фрагментов внутреннего стандарта. Полученные величины сравниваются с величинами фрагментов аллельного леддера. Допустимое отклонение исследуемых фрагментов от фрагментов аллельного леддера не должно превышать  $\pm 0,5$  нуклеотида. При наличии совпадений фрагмент обозначается программой в соответствии с принятой номенклатурой аллелей (X и Y); при отсутствии совпадений обозначается как неопределенный.

Все фрагменты, обозначенные как неопределенные или локализующиеся правее и левее крайних аллелей леддера, как правило, являются неспецифическими.

При необходимости исследование повторяется с использованием различных наборов для ПЦР. В случае отсутствия воспроизводимости выявленные первоначально фрагменты являются неспецифическими и дальнейшему анализу не подлежат.

При анализе электрофореграмм часто выявляются неспецифические фрагменты, так называемые N-фрагменты. Их появление связано с тем, что ДНК-полимераза обладает свойством достраивать один лишний нуклеотид во вновь синтезированную цепь ДНК; в результате на основе матричной цепи ДНК синтезируются два типа фрагментов: N+1-фрагменты, которые длиннее на один нуклеотид, и N-фрагменты, соответствующие истинной длине исходной ДНК. Интенсивность N-фрагментов всегда ниже, чем N+1-фрагментов. Присутствие N-фрагментов обычно не усложняет установление истинных аллелей.

Особые неспецифические сигналы возникают при электрофорезе проб с избыточным количеством продуктов ПЦР. В этом случае детекционная система прибора (цифровая камера) оказывается перенасыщенной и становится невозможным корректно разделить флуоресцентные сигналы, получаемые в результате свечения разных флуоресцентных меток. В итоге на электрофореграммах отдельных флуоресцентных красителей детектируются фрагменты, равные по размеру. Истинным фрагментом является только тот, у которого интенсивность свечения (высота пика) самая большая. Сигналы других флуоресцентных красителей, равные по размеру, но меньшие по интенсивности, следует считать неспецифическими. Если результаты электрофореза не ясны, то его следует повторить с внесением меньшего количества продуктов ПЦР.

Фрагменты, которые были определены как неспецифические, в дальнейшем исследовании не учитываются.

При установлении генетического пола исследуемого объекта возможны два варианта:

- 1) выявлен фрагмент, соответствующий аллелю X;
- 2) выявлены фрагменты, соответствующие аллелям X и Y.

В первом случае это означает, что объект произошел от лица женского генетического пола; во втором случае – объект произошел от лица мужского генетического пола.

В редких случаях возможно выявление лишь одного фрагмента, соответствующего аллелям X или Y, для объекта, произошедшего от лица мужского генетического пола. Это связано с мутационными изменениями исследуемых последовательностей ДНК.

В случае выявления лишь одного фрагмента, соответствующего аллелю Y, следует считать, что объект произошел от лица мужского генетического пола; в случае выявления одного фрагмента, соответствующего аллелю X, когда имеются основания предполагать, что объект произошел от лица мужского генетического пола, следует повторить исследование с использованием различных наборов для ПЦР.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует категорический вывод.

*Примеры.*

Представленный на исследование биологический объект произошел от лица мужского генетического пола.

Представленный на исследование биологический объект произошел от лица женского генетического пола.

### **Литература**

*Пименов М.Г., Культин А.Ю., Кондрашов С.А.* Научные и практические аспекты криминалистического ДНК-анализа. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РОДСТВА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ДЛИНЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ STR-ЛОКУСОВ ЯДЕРНОЙ ДНК**

*А.Ю. Культин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление генетического родства между исследуемыми лицами (объектами).

### **Объекты исследования**

Полиморфные STR-локусы ДНК тканей и выделений человека (кровь, сперма, слюна, костные ткани, мышечные ткани и др.).

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли предполагаемый родитель биологическим родителем проверяемого лица?

Является ли предполагаемая родительская пара биологическими родителями проверяемого лица?

### **Сущность методики**

Анализ электрофоретически разделенных продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР), синтезированных на матрице STR-локусов ДНК, выделенной из тканей и выделений человека.

### **Подзадачи**

Выделение ДНК из исследуемого объекта<sup>1</sup>.

Количественная оценка выделенной ДНК<sup>1</sup>.

Синтез последовательностей STR-локусов<sup>1</sup>.

Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР<sup>1</sup>.

Установление генотипа по исследованным STR-локусам ядерной ДНК<sup>1</sup>.

Установление генетического родства между исследуемыми лицами (объектами).

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Генотип по STR-локусам CSF1PO, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51, D21S11, FGA, TH01, TPOX, vWA.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Генетический анализатор (секвенатор).

Программное обеспечение для генетического анализатора (секвенатора).

Термоциклер (амплификатор).

Прибор для ПЦР в реальном времени.

Центрифуги (скорость вращения – 10 000–15 000 об/мин).

Холодильники и морозильники (+4 и –20 °С).

Вытяжной шкаф.

Дистиллятор.

Система для очистки и деионизации воды.

Мельница для измельчения биологических объектов.

ПЦР-бокс.

Весы электронные (точность измерения – до 1 мг).

Источник бесперебойного питания.

Ламинарный шкаф.

pH-метр.

Качающаяся платформа (шейкер).

Прибор для встряхивания и перемешивания (vortex).

---

<sup>1</sup> Решение подзадачи – см. методику «Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфизма длины последовательностей STR-локусов ядерной ДНК» (с. 45–74).

Термошейкеры для микропробирок, рассчитанные на температуру 56 и 100 °С.

Термостат.

Микротермостат для пробирок объемом 1,5 мл.

Дозаторы с меняющимся объемом.

Магнитная мешалка с подогревом.

Компьютер с принтером.

Автоклав.

Кварцевая лампа.

Устройство кондиционирования воздуха.

Микропробирки объемом 1,5 мл.

Пробирки объемом 15 и 50 мл.

Амплификационные пробирки объемом 0,2 мл.

Штативы для микропробирок.

Наконечники к дозаторам.

Магнитные элементы.

Устройства для концентрирования ДНК.

Магнитный штатив.

Смола Chelex 100.

Трис(гидроксиметил)аминометан.

Этилендиаминтетраацетат натрия ( $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Соляная кислота.

Натрия гидроокись.

Натрия хлорид.

Додецилсульфат натрия.

Дитиотрейтол.

Протеиназа К.

Фенол.

Хлороформ.

Спирт изоамиловый.

8-оксихинолин.

Спирт этиловый (ректификат).

n-бутанол.

Диэтиловый эфир.

Наборы для выделения ДНК с помощью веществ, абсорбирующих ДНК.

Наборы для ПЦР.

Наборы для ПЦР в реальном времени.

- Реагенты для калибровки генетического анализатора (секвенатора).
- Реагенты для калибровки прибора для ПЦР в реальном времени.
- Буфер для электрофореза.
- Деионизованный формамид.
- Среда для электрофореза (полимер).

### **Последовательность действий эксперта**

Интерпретация результатов исследования ДНК заключается в установлении возможности родства между конкретным лицом (ребенком) и одним или двумя предполагаемыми родителями.

Оценка родства может строиться по двум принципиально различным схемам:

- 1) ребенка относительно предполагаемого родителя;
- 2) предполагаемого родителя относительно ребенка.

Отличия заключаются в логике формирования показателей родства и выводах по результатам их оценки. В рекомендуемых методиках используется только вторая схема, так как экспертная задача по установлению родства, как правило, сводится к определению, является ли предполагаемое лицо родителем проверяемого лица.

Особенностью анализа результатов исследования родства (по сравнению с идентификационным исследованием) является то, что каждый родитель передает своему ребенку только один аллель каждого локуса ДНК. Это означает, что потенциальным родителем ребенка может быть любой человек, имеющий в своем генотипе один одинаковый с генотипом ребенка аллель в каждом исследованном локусе. В противном случае результаты исследования свидетельствуют в пользу исключения родства.

Однако следует иметь в виду, что мутации, происходящие в ДНК (в том числе и в исследуемых полиморфных локусах), могут приводить к выявлению несовпадения генотипов ребенка и его истинного родителя. Значимыми окажутся мутации, которые произошли в период мейоза при формировании половых клеток. Такие мутации будут обнаруживаться во всех клетках ребенка и будут определяться как несовпадение генотипов родителя и ребенка. Исключение родства допустимо только при установлении несовпадений в нескольких несцепленных локусах ДНК. Достоверным исключением родства следует считать выявление несовпадений как минимум в трех несцепленных локусах.

Таким образом, при сравнении установленных генетических признаков по STR-локусам сравниваемых лиц возможны следующие варианты:

- 1) генетические признаки сравниваемых лиц в каждом локусе имеют общие аллели;
- 2) генетические признаки сравниваемых лиц в трех и более исследованных локусах не имеют общих аллелей;
- 3) генетические признаки сравниваемых лиц в одном или двух исследованных локусах не имеют общих аллелей.

В первом случае это означает, что сравниваемые лица могут являться родственниками (родитель – ребенок). Однако не исключается случайное совпадение генетических признаков неродственных лиц. Оценка вероятности такого события проводится на основе популяционных исследований частот встречаемости аллелей STR-локусов.

Во втором случае это означает, что сравниваемые лица не являются родственниками (родитель – ребенок).

В третьем случае это означает, что сравниваемые лица могут являться родственниками (родитель – ребенок) и могут наблюдаться мутационные изменения генетических признаков. Однако не исключается случайное совпадение генетических признаков неродственных лиц. Оценка вероятности такого события проводится на основе популяционных исследований частот встречаемости аллелей STR-локусов и частот мутаций, происходящих в STR-локусах.

Для оценки идентификационной значимости исследованных генетических признаков в зависимости от экспертного случая проводят вероятностно-статистическую оценку по следующим алгоритмам.

Расчет значения вероятности  $P$  встречаемости в популяции лица (лиц), обладающего заданными генетическими признаками по нескольким локусам, которые не являются сцепленными (наследование по ним происходит независимо), определяют согласно теореме умножения вероятностей как произведение вероятностей встречаемости признаков, вычисленных по каждому из локусов:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n,$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – значения вероятностей встречаемости признаков, вычисленных по локусам, обозначенным номерами 1, 2, ...  $n$ .

Чем реже частота встречаемости в популяции установленного генотипа, тем ниже вероятность случайного совпадения генетических признаков неродственных лиц и тем выше идентификационная значимость исследования.

При достижении значений вероятности случайного совпадения генетических признаков ниже  $1,67 \times 10^{-10}$  допустимо формулирование положительного вывода в категоричной форме. Указанная вероятность свидетельствует о том, что среди населения Земли (около  $6 \times 10^9$  чел.) теоретически только один человек обладает выявленным сочетанием генетических признаков.

### ***Ребенок и один предполагаемый родитель***

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемого ребенка и одного предполагаемого родителя. Биологический образец второго родителя для исследования недоступен.

Вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых лиц равна вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего в своем генотипе аллелями, присутствующими в генотипе ребенка (табл. 1).

Таблица 1

**Определение вероятности случайного совпадения генетических признаков при различных комбинациях генотипов проверяемого ребенка и одного предполагаемого родителя**

Генотип проверяемого ребенка	Возможный генотип предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ ) <sup>1</sup>
$aa$	$an$	$p_a(2 - p_a)$
$ab$	$an$ или $bn$	$(p_a + p_b) \times (2 - (p_a + p_b))$

### ***Двое детей и один предполагаемый родитель***

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемых детей и одного предполагаемого родителя. Биологическое родство между проверяемыми детьми достоверно известно. Биологический образец второго родителя для исследования недоступен.

<sup>1</sup>  $p_a, p_b, \dots, p_n$  – популяционные частоты аллелей  $a, b, \dots, n$ .

Если генотипы двух детей в исследуемом локусе между собой совпадают, то определение вероятности случайного совпадения генетических признаков проводят так же, как и для случая, когда устанавливается родство между одним ребенком и одним предполагаемым родителем.

Вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых лиц равна вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего в своем генотипе аллелями, присутствующими в генотипах первого и второго ребенка (табл. 2).

Таблица 2

**Определение вероятности случайного совпадения генетических признаков при различных комбинациях генотипов двух проверяемых детей и одного предполагаемого родителя**

Генотип первого проверяемого ребенка	Генотип второго проверяемого ребенка	Возможный генотип предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ )
$aa$	$an$	$an$	$p_a(2 - p_a)$
	$bb$	$ab$	$2p_a p_b$
	$bc$	$ab$ или $ac$	$2p_a p_b + 2p_a p_c$
$ab$	$ac$	$an$ или $bc$	$p_a(2 - p_a) + 2p_b p_c$
	$cc$	$ac$ или $bc$	$2p_a p_c + 2p_b p_c$
	$cd$	$ac, ad,$ $bc, bd$	$2p_a p_c + 2p_a p_d + 2p_b p_c + 2p_b p_d$

***Ребенок, один известный родитель и один предполагаемый родитель***

Этот случай установления родства представляет собой типичный пример экспертизы спорного отцовства. Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемого ребенка, одного известного родителя и одного предполагаемого родителя. Биологическое родство между проверяемым ребенком и известным родителем достоверно известно.

Вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых лиц равна вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего в своем генотипе аллелями, присутствующими в генотипах ребенка и наследуемыми от второго (неизвестного) родителя (табл. 3).

**Определение вероятности случайного совпадения генетических признаков при различных комбинациях генотипов проверяемого ребенка, известного родителя и одного предполагаемого родителя**

Генотип проверяемого ребенка	Генотип известного родителя	Возможный генотип предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ )
$aa$	$an$	$an$	$p_a(2 - p_a)$
$ab$	$an$ , где $n \neq b$ ,	$bn$	$p_b(2 - p_b)$
	$ab$	$an$ или $bn$	$(p_a + p_b) \times (2 - (p_a + p_b))$

**Ребенок и два предполагаемых родителя**

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемого ребенка и двух предполагаемых родителей. Достоверно известно, что предполагаемые родители являются родительской парой, а не отдельными лицами, с которыми проверяется родство.

Вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых лиц равна вероятности встречаемости в популяции двух лиц, одно из которых обладает в своем генотипе одним аллелем ребенка, а второе – другим аллелем (табл. 4).

**Определение вероятности случайного совпадения генетических признаков при различных комбинациях генотипов проверяемого ребенка и предполагаемых родителей**

Генотип проверяемого ребенка	Возможный генотип первого предполагаемого родителя	Возможный генотип второго предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ )
$aa$	$an$	$an$	$(p_a(2 - p_a))^2$
$ab$	$an$	$bn$	$2p_a(2 - p_a) \times p_b(2 - p_b) - 2p_a p_b \times 2p_a p_b$

**Двое детей и два предполагаемых родителя**

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемых детей и двух предполагаемых родителей. Достоверно известно, что предполагаемые родители являются родительской парой, а не отдельными лицами, с которыми проверяется родство. Также достоверно известно биологическое родство между проверяемыми детьми.

Если генотипы двух детей в исследуемом локусе совпадают, то определение вероятности случайного совпадения генетических признаков проводят так же, как и для случая, когда устанавливается родство между одним ребенком и парой предполагаемых родителей.

Вероятность случайного совпадения генетических признаков сравниваемых лиц равна вероятности встречаемости в популяции двух лиц, одно из которых обладает в своем генотипе одним из аллелей первого и второго ребенка, а второе – другим из аллелей первого и второго ребенка (табл. 5).

Таблица 5

**Определение вероятности случайного совпадения генетических признаков при различных комбинациях генотипов двух проверяемых детей и предполагаемых родителей**

Генотип первого проверяемого ребенка	Генотип второго проверяемого ребенка	Возможный генотип первого предполагаемого родителя	Возможный генотип второго предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности случайного совпадения генетических признаков (P)
<i>aa</i>	<i>ab</i>	<i>an</i>	<i>ab</i>	$2p_a(2 - p_a) \times 2p_a p_b - 2p_a p_b \times 2p_a p_b$
	<i>bb</i>	<i>ab</i>	<i>ab</i>	$2p_a p_b \times 2p_a p_b$
	<i>bc</i>	<i>ab</i>	<i>ac</i>	$2 \times 2p_a p_b \times 2p_a p_c$
<i>ab</i>	<i>ac</i>	<i>an</i>	<i>bc</i>	$2p_a(2 - p_a) \times 2p_b p_c + 2 \times 2p_a p_b \times 2p_a p_c$
		<i>ab</i>	<i>ac</i>	
	<i>cd</i>	<i>ad</i>	<i>bc</i>	$2 \times 2p_a p_d \times 2p_b p_c + 2 \times 2p_a p_c \times 2p_b p_d$
		<i>ac</i>	<i>bd</i>	

**Ребенок и один предполагаемый родитель (при выявлении мутаций)**

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемого ребенка и одного предполагаемого родителя. Биологический образец второго родителя для исследования недоступен. При проведении исследования в одном или двух локусах не выявлено общих аллелей.

Оценка идентификационной значимости проводится с помощью отношения правдоподобия.

Допустимо следующее:

$C$  – родителями ребенка являются предполагаемый родитель и неизвестное лицо (прямая гипотеза);

$\bar{C}$  – родителями ребенка являются два неизвестных лица (обратная гипотеза).

Вероятность положительного исхода при условии верности прямой гипотезы равна произведению вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего в своем генотипе одним из аллелей ребенка, и вероятности возникновения мутации в исследованном локусе.

Вероятность положительного исхода при условии верности обратной гипотезы равна вероятности встречаемости в популяции двух лиц, одно из которых обладает в своем генотипе одним аллелем ребенка, а второе – другим аллелем (табл. 6).

Таблица 6

**Определение вероятности положительного исхода при условии верности прямой или обратной гипотез при различных генотипах ребенка и одного предполагаемого родителя в случае возникновения мутации**

Генотип проверяемого ребенка	Генотип предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности при условии верности гипотезы $C$	Формула для определения вероятности при условии верности гипотезы $\bar{C}$
$aa$	Любой, кроме $an$	$p_a(2 - p_a) \times p_{mut}$	$(p_a(2 - p_a))^2$
$ab$	Любой, кроме $an$ или $bn$	$(p_a + p_b) \times (2 - (p_a + p_b)) \times p_{mut}$	$2p_a(2 - p_a) \times p_b(2 - p_b) - 2p_a p_b \times 2p_a p_b$

$$LR = P(C) / P(\bar{C})$$

**Ребенок, один известный родитель и один предполагаемый родитель (при выявлении мутаций)**

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемого ребенка, одного известного родителя и одного предполагаемого родителя. Биологическое родство между проверяемым ребенком и из-

вестным родителем достоверно известно. При проведении исследования в одном или двух локусах у проверяемого ребенка и предполагаемого родителя не выявлено общих аллелей.

Оценка идентификационной значимости проводится с помощью отношения правдоподобия.

Допустимы следующие гипотезы:

$C$  – родителями ребенка являются известный родитель и предполагаемый родитель;

$\bar{C}$  – родителями ребенка являются известный родитель и неизвестное лицо.

Вероятность положительного исхода при условии верности прямой гипотезы равна вероятности возникновения мутации в исследованном локусе.

Вероятность положительного исхода при условии верности обратной гипотезы равна вероятности встречаемости в популяции лица, обладающего в своем генотипе аллелем ребенка, наследуемым от второго (неизвестного) родителя (табл. 7).

Таблица 7

**Определение вероятности положительного исхода при условии верности прямой или обратной гипотез при различных генотипах ребенка, одного известного родителя и одного предполагаемого родителя в случае возникновения мутации**

Генотип проверяемого ребенка	Генотип известного родителя	Генотип предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности при условии верности гипотезы $C$	Формула для определения вероятности при условии верности гипотезы $\bar{C}$
$aa$	$ap$	Любой, кроме $an$	$P_{mut}$	$p_a(2 - p_a)$
$ab$	$ac$	Любой, кроме $bn$		$p_b(2 - p_b)$
	$ab$	Любой, кроме $an$ или $bn$		$(p_a + p_b) \times (2 - (p_a + p_b))$

$$LR = P(C) / P(\bar{C})$$

**Ребенок и два предполагаемых родителя (при выявлении мутаций)**

Исследованию подвергаются биологические образцы проверяемого ребенка и двух предполагаемых родителей. Достоверно известно, что предполагаемые родители являются родительской парой, а не от-

дельными лицами, с которыми проверяется родство. При проведении исследования в одном или двух локусах у проверяемого ребенка и одного или двух предполагаемых родителей не выявлено общих аллелей.

Оценка идентификационной значимости проводится с помощью отношения правдоподобия.

Допустимы следующие гипотезы:

$C$  – родителями ребенка является предполагаемая родительская пара;

$\bar{C}$  – родителями ребенка являются два неизвестных лица.

Вероятность положительного исхода при условии верности прямой гипотезы равна вероятности возникновения мутации в исследованном локусе.

Вероятность положительного исхода при условии верности обратной гипотезы равна вероятности встречаемости в популяции двух лиц, одно из которых обладает в своем генотипе одним аллелем ребенка, а второе – другим аллелем (табл. 8).

Таблица 8

**Определение вероятности положительного исхода при условии верности прямой или обратной гипотез при различных генотипах ребенка и предполагаемых родителей в случае возникновения мутации**

Генотип проверяемого ребенка	Генотип первого предполагаемого родителя	Генотип второго предполагаемого родителя	Формула для определения вероятности при условии верности гипотезы $C$	Формула для определения вероятности при условии верности гипотезы $\bar{C}$
$aa$	$an$	Любой, кроме $an$	$P_{мут}$	$(p_a(2 - p_a))^2$
$ab$	$ac$	Любой, кроме $bn$		$2p_a(2 - p_a) \times p_b(2 - p_b) - 2p_a p_b \times 2p_a p_b$
	$ab$	Любой, кроме $an$ или $bn$		

$$LR = P(C) / P(\bar{C})$$

**Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при достижении значений вероятности случайного совпадения генетических

признаков ( $P$ ) ниже  $1,67 \times 10^{-10}$ . Указанная вероятность свидетельствует о том, что среди населения Земли (около  $6 \times 10^9$  чел.) теоретически только один человек или одна пара лиц обладает генетическими признаками, удовлетворяющими условию родства.

*Примеры.*

1. Предполагаемое лицо является биологическим родителем проверяемого лица.
2. Предполагаемая родительская пара является биологическими родителями проверяемого лица.

Вероятный положительный вывод формулируется при значениях вероятности случайного совпадения генетических признаков ( $P$ ) выше  $1,67 \times 10^{-10}$ . Указанная вероятность свидетельствует о том, что среди населения Земли (около  $6 \times 10^9$  чел.) теоретически могут быть обнаружены несколько лиц или пар лиц, обладающих генетическими признаками, удовлетворяющими условию родства.

*Примеры.*

1. Предполагаемое лицо, вероятно, является биологическим родителем проверяемого лица. Вероятность случайного совпадения генетических признаков, выявленных в биологических образцах сравниваемых лиц, составляет  $2,74 \times 10^{-5}$ . Это означает, что теоретически один человек из 36,5 тыс. обладает генетическими признаками, не исключаящими его материнства (отцовства) по отношению к проверяемому лицу.
2. Предполагаемая родительская пара, вероятно, является биологическими родителями проверяемого лица. Вероятность случайного совпадения генетических признаков, выявленных в биологических образцах сравниваемых лиц, составляет  $4,55 \times 10^{-7}$ . Это означает, что теоретически одна пара лиц из 2,2 млн обладает генетическими признаками, не исключаящими ее родства по отношению к проверяемому лицу.

Категорический отрицательный вывод формулируется, когда генетические признаки сравниваемых объектов имеют различия не менее чем в трех исследованных локусах.

*Примеры.*

1. Предполагаемое лицо не является биологическим родителем проверяемого лица.
2. Предполагаемая родительская пара не является биологическими родителями проверяемого лица.

Вероятный отрицательный вывод возможен при исследовании небольшого количества локусов и выявлении различий в одном или двух исследованных локусах. Однако подобный вывод использовать

не рекомендуется; целесообразно провести исследование дополнительных локусов, что позволит либо категорично исключить родство, либо его подтвердить.

### **Литература**

1. *Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф.* Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М., 1985.

2. *Перепечина И.О., Гришечкин С.А.* Вероятностные расчеты в ДНК-дактилоскопии. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

3. *Пименов М.Г., Культин А.Ю., Кондрашов С.А.* Научные и практические аспекты криминалистического ДНК-анализа. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

4. Экспертная оценка и вероятностно-статистическая обработка результатов исследования ДНК при установлении биологического родства: Учебное пособие / А.Ю. Культин, И.В. Стороженко, В.Г. Никитаев и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2011.

## **ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМОРФНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК**

*А.Ю. Культин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление происхождения тканей и выделений человека от конкретного индивидуума.

### **Объекты исследования**

Полиморфные последовательности D-петли митохондриальной ДНК тканей и выделений человека (кровь, сперма, слюна, костные ткани, мышечные ткани и др.).

### **Вопрос, решаемый экспертизой**

Происходит ли представленный на исследование биологический объект от конкретного лица?

## **Сущность методики**

Анализ электрофоретически разделенных продуктов секвенирующей реакции, синтезированных на матрице продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР), синтезированных на матрице полиморфных последовательностей D-петли митохондриальной ДНК, выделенной из тканей и выделений человека.

### **Подзадачи**

Выделение ДНК из исследуемого объекта<sup>1</sup>.

Количественная оценка выделенной ДНК<sup>1</sup>.

Синтез полиморфных последовательностей митохондриальной ДНК.

Очистка продуктов ПЦР от непрореагировавших компонентов ПЦР.

Синтез флуоресцентно меченных фрагментов ДНК на матрице продуктов ПЦР.

Очистка продуктов секвенирующей реакции от непрореагировавших компонентов реакции.

Электрофоретическое разделение продуктов секвенирующей реакции.

Установление митотипа по исследованным последовательностям митохондриальной ДНК.

Установление тождества генотипов у сравниваемых объектов.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Митотип по гипервариабельным регионам HV1 и HV2 митохондриальной ДНК.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Генетический анализатор (секвенатор).

Программное обеспечение для генетического анализатора (секвенатора).

Термоциклер (амплификатор).

---

<sup>1</sup> Решение подзадачи – см. методику «Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфизма длины последовательностей STR-локусов ядерной ДНК» (с. 45–70).

- Прибор для ПЦР в реальном времени.
- Центрифуги (скорость вращения – 10 000–15 000 об/мин).
- Холодильники и морозильники (температура – +4 и –20 °С).
- Вытяжной шкаф.
- Дистиллятор.
- Система для очистки и деионизации воды.
- Мельница для измельчения биологических объектов.
- ПЦР-бокс.
- Весы электронные (точность измерения – до 1 мг).
- Источник бесперебойного питания.
- Ламинарный шкаф.
- pH-метр.
- Качающаяся платформа (шейкер).
- Прибор для встряхивания и перемешивания (vortex).
- Термошейкеры для микропробирок, рассчитанные на температуру 56 и 100 °С.
- Термостат.
- Микротермостат для пробирок объемом 1,5 мл.
- Дозаторы с меняющимся объемом.
- Магнитная мешалка с подогревом.
- Компьютер с принтером.
- Автоклав.
- Кварцевая лампа.
- Устройство кондиционирования воздуха.
- Микропробирки объемом 1,5 мл.
- Пробирки объемом 15 и 50 мл.
- Амплификационные пробирки объемом 0,2 мл.
- Штативы для микропробирок.
- Наконечники к дозаторам.
- Магнитные элементы.
- Устройства для концентрирования ДНК.
- Магнитный штатив.
- Смола Chelex 100.
- Трис(гидроксиметил)аминометан.
- Этилендиаминтетраацетат натрия ( $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- Соляная кислота.
- Натрия гидроокись.
- Натрия хлорид.

Додецилсульфат натрия.

Дитиотрейтол.

Протеиназа К.

Фенол.

Хлороформ.

Спирт изоамиловый.

8-оксихинолин.

Спирт этиловый (ректификат).

n-бутанол.

Диэтиловый эфир.

Наборы для выделения ДНК с помощью веществ, абсорбирующих ДНК.

Наборы для ПЦР.

Наборы для ПЦР в реальном времени.

Реагенты для калибровки генетического анализатора (секвенатора).

Реагенты для калибровки прибора для ПЦР в реальном времени.

Буфер для электрофореза.

Деионизованный формамид.

Среда для электрофореза (полимер).

Наборы для ПЦР последовательностей ДНК.

Набор праймеров для ПЦР и секвенирующей реакции.

Набор для секвенирующей реакции.

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Синтез полиморфных последовательностей митохондриальной ДНК***

Полимеразная цепная реакция представляет собой процесс контролируемого копирования ДНК, позволяющий амплифицировать интересующие последовательности ДНК. Процесс амплификации аналогичен процессу воспроизведения ДНК, который происходит в клетке перед ее делением, с тем лишь отличием, что копируется не вся хромосома, а только ее короткий фрагмент.

В результате реакции происходит экспоненциальное увеличение числа амплифицируемых фрагментов: теоретически, к концу 30-го цикла амплификации на основе одной молекулы ДНК синтезируются  $10^9$  копий интересующей последовательности.

При исследовании митохондриальной ДНК при ПЦР синтезируются фрагменты, соответствующие системе используемых праймеров.

Для проведения исследования митохондриальной ДНК с помощью ПЦР используются термоциклеры, оптимизированные для применения в экспертно-криминалистической практике.

*Состав наборов реагентов*

*для синтеза последовательностей митохондриальной ДНК  
и выбор амплификационной системы*

Для проведения типирования мтДНК сравнительных образцов и объектов, не содержащих деградированную ДНК, лучше других зарекомендовал себя вариант исследования, основанный на анализе единичных фрагментов ДНК гипервариабельных регионов (HV1 и HV2). Для проведения типирования мтДНК объектов, содержащих заведомо деградированную ДНК, хорошо зарекомендовал себя вариант исследования, основанный на анализе перекрывающихся фрагментов ДНК внутри гипервариабельных регионов (HV1 и HV2).

Для синтеза единого фрагмента гипервариабельного региона HV1 используется система праймеров HV1 (15971–16410):

F 5' – TTA ACT CCA CCA TTA GCA CC-3';

R 5' – GAG GAT GGT GGT CAA GGG AC-3'.

Для синтеза единого фрагмента гипервариабельного региона HV2 используется система праймеров HV2 (00015–00448):

F 5' – CAC CCT ATT AAC CAC TCA CG-3';

R 5' – TGA GAT TAG TAG TAT GGG AG-3'.

Для синтеза двух фрагментов гипервариабельного региона HV1 используются следующие системы праймеров.

HV1.1 (15971–16258):

F 5' – TTA ACT CCA CCA TTA GCA CC-3';

R 5' – TGG CTT TGG AGT TGC AGT TG-3'.

HV1.2 (16140–16414):

F 5' – TAC TTG ACC ACC TGT AGT AC-3';

R 5' – CAC GGA GGA TGG TGG TCA AG-3'.

Для синтеза двух фрагментов гипервариабельного региона HV2 используются следующие системы праймеров.

HV2.1 (00015–00274):

F 5' – CAC CCT ATT AAC CAC TCA CG-3';

R 5' – TGT GTG GAA AGT GGC TGT GC-3'.

HV2.2 (00145–00389):

F 5' – CTC ATC CTA TTA TTT ATC GC-3';

R 5' – CTG GTT AGG CTG GTG TTA GG-3'.

Для работы готовятся соответствующие смеси праймеров из F и R, содержащие по 4 pmol/мкл каждого праймера.

Для постановки реакции амплификации применяется набор реагентов, включающий следующие компоненты:

- буфер для ПЦР;
- раствор 10 mM dATP;
- раствор 10 mM dCTP;
- раствор 10 mM dGTP;
- раствор 10 mM dTTP;
- раствор 25 mM MgCl<sub>2</sub>;
- Taq ДНК-полимераза, 5 ед/мкл.

Все реагенты для амплификации хранятся при температуре –20 °С.

Перед использованием набора готовится смесь трифосфатов – раствор 1,25 mM dNTP. Для этого смешиваются по 125 мкл растворов dATP, dGTP, dCTP, dTTP и 500 мкл деионизованной воды; разделяются на аликвоты по 100 мкл и хранятся при температуре –20 °С.

Реагенты (буфер для PCR, раствор dNTP, раствор 25 mM MgCl<sub>2</sub>, растворы праймеров и Taq ДНК-полимераза) должны быть разделены на аликвоты по 40–50 реакций. Рабочей является лишь одна аликвота. Разделение реагентов на аликвоты исключает возможность загрязнения всего набора посторонней ДНК, а также сокращает количество циклов разморозки/заморозки, снижающих качество реактивов.

### *Программирование режимов ПЦР*

Рекомендуемые режимы амплификации приведены в таблице.

*Таблица*

#### **Режимы амплификации**

Стадия		Используемая система праймеров			
		HV1.1		HV1, HV2, HV1.2, HV2.1, HV2.2	
		Температура, °С	Продолжительность, сек	Температура, °С	Продолжительность, сек
Иницирующая инкубация		94	30	94	30
Денатурация	32–38 циклов	94	20	94	20
Отжиг праймеров		62	20	56	10
Достраивание		72	30	72	30
Заключительная инкубация		4	∞	4	∞

### *Постановка реакции*

Постановка реакции проводится в следующей последовательности.

1. Включается амплификатор для прогрева.

2. Размораживаются пробирки с аликвотами следующих реагентов: буфера для ПЦР; раствора, содержащего праймеры; раствора 1,25 mM dNTP; раствора 25 mM MgCl<sub>2</sub>. Перечисленные реагенты и пробирка с аликвотой Taq ДНК-полимеразы (5 ед/мкл) центрифугируются в течение 1–5 сек для осаждения жидкости с крышек и стенок пробирок, перемешиваются с использованием vortex и снова центрифугируются в течение 5–10 сек для осаждения жидкости с крышек и стенок пробирок.

3. Определяется количество используемых реакций (n) исходя из количества исследуемых проб ДНК и контролей ее выделения, учитывая «положительный» и «отрицательный» контроль реакции амплификации.

4. Готовится PCR Master Mix: в микроцентрифужную пробирку соответствующего объема вносятся следующие объемы реагентов, умноженные на число реакций (n)<sup>1</sup>:

n × 2,5 мкл – буфер для ПЦР;

n × 4,0 мкл – dNTP, 1,25 mM;

n × 0,125 мкл – Taq ДНК-полимераза, 5 ед/мкл;

n × 1,5 мкл – MgCl<sub>2</sub>, 25 mM;

n × 2,5 мкл – растворы праймеров F и R, по 4 pmol/мкл каждого;

n × 11,875 мкл – деионизованная вода.

5. Тщательно перемешивается приготовленный PCR Master Mix и смесь разносится в амплификационные пробирки по 22,5 мкл.

6. В амплификационные пробирки, содержащие по 22,5 мкл PCR Master Mix, вносятся следующие реагенты<sup>2</sup>:

а) для пробы с исследуемой ДНК – 2,5 мкл раствора, содержащего 0,04–0,40 нг/мкл исследуемой ДНК;

б) для контроля выделения ДНК – 2,5 мкл раствора, полученного при приготовлении пробы контроля выделения ДНК (т.е. пробы реагентов, которые использовали при выделении ДНК);

---

<sup>1</sup> Для компенсации возможных потерь смеси при использовании автоматической пипетки объем PCR Master Mix готовится с некоторым избытком (увеличивается число n).

<sup>2</sup> Конечный объем реакционной смеси – 25 мкл.

в) для «положительного» контроля реакции амплификации – 2,5 мкл раствора контрольной ДНК с известными генетическими признаками, содержащего 0,10 нг/мкл;

г) для «отрицательного» контроля реакции амплификации – 2,5 мкл деионизированной воды, которая использовалась при приготовлении PCR Master Mix.

7. Пробирки помещаются в амплификатор и проводится реакция амплификации по соответствующей программе (см. таблицу).

8. После завершения реакции амплификации полученные амплифицированные пробы ДНК хранятся при температуре –20 °С.

### ***Очистка продуктов ПЦР от непрореагировавших компонентов ПЦР***

Очистка продуктов амплификации от непрореагировавших компонентов реакции амплификации проводится с помощью специальной ферментной системы. Ферментная обработка проводится по протоколам и инструкциям изготовителей соответствующих наборов реагентов.

### ***Синтез флуоресцентно меченных фрагментов ДНК на матрице продуктов ПЦР***

#### *Состав наборов реагентов для синтеза*

Для секвенирования единого фрагмента гипервариабельного региона HV1 используется система праймеров HV1 (15989–16410):

F 5' – CCC AAA GCT AAG ATT CTA AT-3';

R 5' – GAG GAT GGT GGT CAA GGG AC-3'.

Для секвенирования единого фрагмента гипервариабельного региона HV2 используется система праймеров HV2 (00029–00381):

F 5' – CTC ACG GGA GCT CTC CAT GC-3';

R 5' – GCT GGT GTT AGG GTT CTT TG-3'.

Для секвенирования двух фрагментов гипервариабельного региона HV1 используются следующие системы праймеров.

HV1.1 (15971–16255):

F 5' – TTA ACT CCA CCA TTA GCA CC-3';

R 5' – CTT TGG AGT TGC AGT TGA TG-3'.

HV1.2 (16144–16414):

F 5' – TGA CCA CCT GTA GTA CAT AA-3';

R 5' – CAC GGA GGA TGG TGG TCA AG-3'.

Для секвенирования двух фрагментов гипервариабельного региона HV2 используются следующие системы праймеров.

HV2.1 (00029–00270):

F 5' – CTC ACG GGA GCT CTC CAT GC-3';

R 5' – TGG AAA GTG GCT GTG CAG AC-3'.

HV2.2 (00155–00381):

F 5' – TAT TTA TCG CAC CTA CGT TC-3';

R 5' – GCT GGT GTT AGG GTT CTT TG-3'.

Для работы готовятся растворы праймеров по отдельности, содержащие по 0,8 pmol/мкл каждого праймера.

Для постановки реакции секвенирования применяются наборы реагентов, включающие флуоресцентно меченные терминаторы цепи. Постановка и проведение секвенирующей реакции проводятся по протоколам и инструкциям изготовителей.

### ***Очистка продуктов секвенирующей реакции от непрореагировавших компонентов реакции***

Очистка продуктов секвенирования от непрореагировавших компонентов реакции проводится методом гель-фильтрования с помощью специальных устройств, оптимизированных для очистки продуктов секвенирования от непрореагировавших компонентов реакции. Процедура очистки проводится по инструкциям изготовителей.

### ***Электрофоретическое разделение продуктов секвенирующей реакции***

В настоящее время фракционирование и детекция флуоресцентно меченных продуктов ПЦР проводятся в автоматизированных системах капиллярного электрофореза (генетических анализаторах). В этих системах автоматизированы этапы электрофореза, детекции флуоресцентно меченных фрагментов ДНК и учета результатов электрофореза.

Для электрофореза продуктов секвенирующей реакции они смешиваются с денатурирующим реагентом – формамидом и подвергаются электрофорезу. В результате фракционирования продуктов секвенирующей реакции на приборах получают первичные графические данные электрофореграмм. Эти данные представляют собой графики измерений детектором интенсивности свечения четырех флуоресцентных меток в виде последовательности цветных пиков, соответствующих исследуемым фрагментам ДНК. Расшифровка электрофореграмм проводится с помощью специальных компьютерных программ.

Для проведения электрофоретического разделения очищенных продуктов секвенирующей реакции используются приборы капиллярного электрофореза, оптимизированные для применения в экспертно-криминалистической практике. Электрофорез и детекция флуоресцентно меченных продуктов проводятся по протоколам и инструкциям изготовителей.

***Установление митотипа  
по исследованным последовательностям  
митохондриальной ДНК***

Расшифровка полученных электрофореграмм проводится с помощью специальных компьютерных программ, которые осуществляют следующее: вводят корректировки в подвижность фрагментов ДНК в зависимости от встроенной в них флуоресцентной метки; определяют начало и конец электрофореграммы; представляют электрофореграмму в виде последовательности пиков, обозначенных символами А, G, Т, С, для соответствующих дезоксирибонуклеотидов и совмещают электрофореграмму с известной (референтной) последовательностью митохондриальной ДНК.

Для собственно определения митотипа проводится сравнение последовательностей полиморфных участков мтДНК (сопоставляются установленные последовательности с соответствующими участками референтной последовательности мтДНК). При этом митотип исследуемой последовательности мтДНК можно представить в виде короткой и удобной формы отдельных замен нуклеотидов относительно референтной последовательности, а не громоздкой расшифрованной последовательности, состоящей из 400–800 п.н. Для референтной последовательности традиционно используется так называемая Кембриджская референтная последовательность (CRS)<sup>1</sup>. Кроме отдельных замен нуклеотидов относительно CRS, в исследуемых последовательностях мтДНК (например, 93G, 182T, 263G, что означает замены в позициях 93 на G, 182 на T, 263 на G соответственно) могут встречаться делеции, которые при записи митотипа обозначаются буквой «d» (например, 16174d, что означает отсутствие нуклеотида в позиции 16174), и инсерции, которые принято обозначать добавлением к номеру предшествующей

---

<sup>1</sup> От англ. Cambridge Reference Sequence – митотип исторически первой расшифрованной последовательности мтДНК в 1981 г.

позиции после точки числа и буквенного обозначения нуклеотида (например, 309.1С, что означает присутствие дополнительного нуклеотида С после позиции 309).

### ***Установление тождества митотипов у сравниваемых объектов***

Сравнение установленных митотипов исследуемых объектов проводится по заменам относительно CRS. Возможны два варианта:

- 1) исследуемые последовательности мтДНК полностью совпадают;
- 2) исследуемые последовательности мтДНК имеют различия.

В первом случае это означает, что исследуемые объекты могут иметь общий источник происхождения (один и тот же индивидуум). Однако не исключается случайное совпадение генетических признаков неродственных лиц. Оценка вероятности такого события проводится на основе популяционных исследований частоты встречаемости конкретных митотипов: чем реже частота встречаемости в популяции установленного митотипа, тем ниже вероятность случайного совпадения генетических признаков неродственных лиц и тем выше идентификационная значимость исследования. Следует отметить, что установленные митотипы принципиально не являются уникальными, так как могут быть выявлены у разных родственников по материнской линии.

Во втором случае при установлении различий в последовательностях мтДНК исследуемых объектов имеет значение характер установленных различий. Если наблюдаются различия, то это указывает на исключение происхождения объектов от одного источника, но трудности могут представлять ситуации, когда наблюдаются единичные различия. В этом случае различия могут быть обусловлены как межтканевым полиморфизмом мтДНК, так и происхождением объектов от разных лиц. Возможность межтканевого полиморфизма является особенностью мтДНК и связана с цитоплазматической природой наследования мтДНК. В подавляющем большинстве случаев митотип мтДНК во всех тканях одинаков. При межтканевом полиморфизме наблюдаются единичные замены. Кроме того, для мтДНК характерно явление гетероплазии. По сути, это промежуточная стадия межтканевого полиморфизма и закрепления мутационных изменений последовательности мтДНК. Явление гетероплазии проявляется присутствием в препарате ДНК одного объекта различных по последовательности молекул мтДНК.

Довольно часто наблюдается гетероплазмия по длине, когда одна часть молекул мтДНК имеет одну длину, а другая короче или длиннее на один или несколько нуклеотидов. Гетероплазмия по длине возникает, как правило, в областях 16184–16193 и 00303–00315, которые содержат участки поли-С. Гетероплазмия последовательности, когда в одном препарате присутствуют молекулы одной длины, но различающиеся в одной позиции, – явление крайне редкое.

Таким образом, достоверное исключение происхождения объектов от одного источника может быть достигнуто при выявлении более двух различий в исследуемых последовательностях, не считая их в областях 16184–16193 и 00303–00315. Такой подход позволяет учесть вероятность межтканевого полиморфизма мтДНК одного лица.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный и вероятный отрицательный выводы в случае установления происхождения биологического объекта от конкретного лица недопустимы.

Вероятный положительный вывод формулируется, когда изучаемые последовательности мтДНК исследуемых объектов полностью совпадают.

*Пример.* Представленный на исследование биологический объект, вероятно, произошел от лица, проходящего по делу.

Категорический отрицательный вывод формулируется, когда изучаемые последовательности мтДНК исследуемых объектов имеют более двух различий, не считая их в областях 16184–16193 и 00303–00315.

*Пример.* Представленный на исследование биологический объект не произошел от лица, проходящего по делу.

### **Литература**

1. *Культин А.Ю., Стороженко И.В., Пименов М.Г., Бакун К.В.* Криминалистическое исследование митохондриальной ДНК биологических следов человека. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

2. *Пименов М.Г., Культин А.Ю., Кондрашов С.А.* Научные и практические аспекты криминалистического ДНК-анализа. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

3. *Anderson S., Bankier A.T., Barrell B.G.* Sequence and Organization of Human Mitochondrial Genome // Nature. – 1981. – Vol. 290. – No. 5806.

4. Applied Biosystems 3130/3130xl Genetic Analyzers Getting Started Guide. – Applied Biosystems. – 2004.

5. Protocol BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit. – Applied Biosystems. – 2002.

6. Protocol GeneAmp PCR Core Reagents. – Applied Biosystems. – 2000.

7. User Guide. SeqScape Software Version 2.5. – Applied Biosystems. – 2004.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РОДСТВА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМОРФНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК**

*А.Ю. Культин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление генетического родства между исследуемыми лицами (объектами).

### **Объекты исследования**

Полиморфные последовательности D-петли митохондриальной ДНК тканей и выделений человека (кровь, сперма, слюна, костные ткани, мышечные ткани и др.).

### **Вопрос, решаемый экспертизой**

Являются ли исследуемые лица биологическими родственниками по материнской линии?

### **Сущность методики**

Анализ электрофоретически разделенных продуктов секвенирующей реакции, синтезированных на матрице продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР), синтезированных на матрице полиморфных последовательностей D-петли митохондриальной ДНК, выделенной из тканей и выделений человека.

### **Подзадачи**

Выделение ДНК из исследуемого объекта<sup>1</sup>.

Количественная оценка выделенной ДНК<sup>1</sup>.

Синтез полиморфных последовательностей митохондриальной ДНК<sup>2</sup>.

Очистка продуктов ПЦР от непрореагировавших компонентов ПЦР<sup>2</sup>.

Синтез флуоресцентно меченных фрагментов ДНК на матрице продуктов ПЦР<sup>2</sup>.

Очистка продуктов секвенирующей реакции от непрореагировавших компонентов реакции<sup>2</sup>.

Электрофоретическое разделение продуктов секвенирующей реакции<sup>2</sup>.

Установление митотипа по исследованным последовательностям митохондриальной ДНК<sup>2</sup>.

Установление генетического родства между исследуемыми лицами (объектами).

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Митотип по гипервариабельным регионам HV1 и HV2 митохондриальной ДНК.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Генетический анализатор (секвенатор).

Программное обеспечение для генетического анализатора (секвенатора).

Термоциклер (амплификатор).

Прибор для ПЦР в реальном времени.

Центрифуги (скорость вращения – 10 000–15 000 об/мин).

Холодильники и морозильники (температура +4 и –20 °С).

Вытяжной шкаф.

---

<sup>1</sup> Решение подзадачи – см. методику «Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфизма длины последовательностей STR-локусов ядерной ДНК» (с. 45–70).

<sup>2</sup> Решение подзадачи – см. методику «Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфных последовательностей митохондриальной ДНК» (с. 99–106).

Дистиллятор.

Система для очистки и деионизации воды.

Мельница для измельчения биологических объектов.

ПЦР-бокс.

Весы электронные (точность измерения – до 1 мг).

Источник бесперебойного питания.

Ламинарный шкаф.

pH-метр.

Качающаяся платформа (шейкер).

Прибор для встряхивания и перемешивания (vortex).

Термошейкеры для микропробирок, рассчитанные на температуру 56 и 100 °С.

Термостат.

Микротермостат для пробирок объемом 1,5 мл.

Дозаторы с меняющимся объемом.

Магнитная мешалка с подогревом.

Компьютер с принтером.

Автоклав.

Кварцевая лампа.

Устройство для кондиционирования воздуха.

Микропробирки объемом 1,5 мл.

Пробирки объемом 15 и 50 мл.

Амплификационные пробирки объемом 0,2 мл.

Штативы для микропробирок.

Наконечники к дозаторам.

Магнитные элементы.

Устройства для концентрирования ДНК.

Магнитный штатив.

Смола Chelex 100.

Трис(гидроксиметил)аминометан.

Этилендиаминтетраацетат натрия ( $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Соляная кислота.

Натрия гидроокись.

Натрия хлорид.

Додецилсульфат натрия.

Дитиотрейтол.

Протеиназа К.

Фенол.

Хлороформ.

Спирт изоамиловый.

8-оксихинолин.

Спирт этиловый (ректификат).

n-бутанол.

Диэтиловый эфир.

Наборы для выделения ДНК с помощью веществ, абсорбирующих ДНК.

Наборы для ПЦР.

Наборы для ПЦР в реальном времени.

Реагенты для калибровки генетического анализатора (секвенатора).

Реагенты для калибровки прибора для ПЦР в реальном времени.

Буфер для электрофореза.

Деионизованный формамид.

Среда для электрофореза (полимер).

Наборы для ПЦР последовательностей ДНК.

Набор праймеров для ПЦР и секвенирующей реакции.

Набор для секвенирующей реакции.

### **Последовательность действий эксперта**

Сравнение установленных митотипов исследуемых объектов проводится по заменам относительно CRS. Возможны два варианта:

1) исследуемые последовательности мтДНК полностью совпадают;

2) исследуемые последовательности мтДНК имеют различия.

В первом случае это означает, что исследуемые объекты могут иметь общий источник происхождения (т.е. являются родственниками по материнской линии). Однако не исключается случайное совпадение генетических признаков неродственных лиц. Оценка вероятности такого события проводится на основе популяционных исследований частоты встречаемости конкретных митотипов: чем реже частота встречаемости в популяции установленного митотипа, тем ниже вероятность случайного совпадения генетических признаков неродственных лиц и тем выше идентификационная значимость исследования.

Во втором случае при установлении различий в последовательностях мтДНК исследуемых объектов имеет значение характер установленных различий. Если наблюдается более трех различий, то это указывает на исключение близкого родства. Трудности могут представлять ситуации, когда наблюдается менее трех различий. В этом

случае различия могут быть обусловлены как полиморфизмом мтДНК внутри одной материнской линии, так и происхождением объектов от неродственных лиц.

Достоверное исключение родства может быть достигнуто при выявлении более двух различий в исследуемых последовательностях, не считая их наличия в областях 16184–16193 и 00303–00315, для которых характерно явление гетероплазмии. Такой подход позволяет учесть как вероятность межтканевого полиморфизма мтДНК одного лица, так и вероятный полиморфизм мтДНК внутри одной материнской линии.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный и вероятный отрицательный выводы недопустимы.

Вероятный положительный вывод формулируется, когда изучаемые последовательности мтДНК исследуемых лиц полностью совпадают.

*Пример.* Исследуемые лица, вероятно, являются биологическими родственниками по материнской линии.

Категорический отрицательный вывод формулируется, когда изучаемые последовательности мтДНК исследуемых лиц имеют более двух различий, не считая их в областях 16184–16193 и 00303–00315.

*Пример.* Исследуемые лица не являются биологическими родственниками по материнской линии.

### **Литература**

1. *Культин А.Ю., Стороженко И.В., Пименов М.Г., Бакун К.В.* Криминалистическое исследование митохондриальной ДНК биологических следов человека. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

2. *Пименов М.Г., Культин А.Ю., Кондрашов С.А.* Научные и практические аспекты криминалистического ДНК-анализа. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОС ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

*Е.В. Сучкова*

ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи**

Обнаружение волос.

Установление происхождения волоса от человека или животного.

Установление регионального происхождения волоса человека, способа отделения волоса, наличия заболеваний волос, повреждений, окрашивания, обесцвечивания, химической завивки, выпрямления волоса человека.

Установление сходства с образцами волос конкретного человека.

Установление таксономической принадлежности животного.

Установление сходства с образцами волос конкретной особи животного, мехового изделия.

### **Объекты исследования**

Волосы человека; волосы животных.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Являются ли волосами объекты, обнаруженные на месте происшествия?

Если это волосы, то от человека или от животного они произошли?

Имеются ли повреждения или изменения представленных волос?

Имеются ли заболевания представленных волос?

Каков способ отделения представленных волос?

Подвергались ли волосы каким-либо воздействиям (механическим, химическим, термическим)?

Если это волосы животного, то какого?

Возможно ли происхождение объектов от особи животного, чьи сравнительные образцы волос представлены на исследование?

Возможно ли происхождение объектов от представленного мехового изделия?

Если это волосы человека, то возможно ли происхождение изъятых волос от человека, чьи сравнительные образцы волос представлены на исследование?

Вопросы диагностического характера решаются в зависимости от наличия, объема и качества соответствующей информации.

## Сущность методики

Обнаружение волос.

Последовательное выявление и изучение морфологических признаков волос для решения поставленных задач.

### Подзадачи

1. Для установления происхождения волоса от человека или животного:

- 1) обнаружение объектов, похожих на волосы;
- 2) установление природы объекта (объект является волосом);
- 3) установление происхождения волоса от человека или животного.

2. Для установления регионального происхождения волоса человека; способа отделения волоса; наличия заболеваний волос, повреждений, окрашивания, обесцвечивания, химической завивки, выпрямления:

- 1) установление природы объекта (объект является волосом);
- 2) установление происхождения волоса от человека (комплекса необходимых и достаточных признаков):

способ отделения волоса от волосистой поверхности головы или тела;

региональное происхождение волоса;

признаки заболевания, повреждения, обесцвечивания, окрашивания, химической завивки, выпрямления.

3. Для установления сходства с образцами волос конкретного человека:

- 1) установление природы объекта (объект является волосом);
- 2) установление происхождения волоса от человека (комплекса необходимых и достаточных признаков):

способ отделения волоса от волосистой поверхности головы или тела;

региональное происхождение волоса;

признаки заболевания, повреждения, обесцвечивания, окрашивания, химической завивки, выпрямления;

индивидуализирующие признаки волоса.

3) исследование сравнительных образцов волос человека;

4) сравнительное исследование.

4. Для установления таксономической принадлежности животного:

- 1) установление природы объекта (объект является волосом);
- 2) установление происхождения волоса от животного;
- 3) установление необходимых и достаточных признаков для определения таксономической принадлежности животного.

5. Для установления сходства с образцами волос конкретной особи животного, мехового изделия:

- 1) установление природы объекта (объект является волосом);
- 2) установление происхождения волоса от животного (комплекса необходимых и достаточных признаков):

таксономическая принадлежность животного;

способ отделения волоса;

признаки заболевания, повреждения, окрашивания;

- 3) исследование сравнительных образцов волос животных;

- 4) сравнительное исследование.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

#### ***Комплекс признаков, характеризующих волосы человека***

Макроморфологические признаки (необходимы при описании волос).

Цвет.

Длина (мм).

Форма волоса (тип изогнутости): прямой, изогнутый, извитой, волнистый, курчавый.

Микроморфологические признаки.

Форма стержня – признак, дифференцирующий волосы человека и животного; указывает на региональное происхождение волос.

Корневой конец (наличие луковицы, наличие в ней пигмента, присутствие влагалищных оболочек и их расположение по отношению к луковице, состояние корневого конца волоса в случае отсутствия луковицы) – признак, характеризующий способ отделения волоса от волосистой поверхности головы или тела.

Периферический конец (иглообразно истончен, зашлифован, истончен и зашлифован, расщеплен, метлообразно расщеплен, расщеплен в виде кисточки, представлен поверхностью отделения (перпендикулярная, под углом к оси волоса, ровная, неровная, мелкобу-

гристая, крупнобугристая, углы острые, зашлифованные) – признак, характеризующий давность стрижки, наличие повреждений, заболеваний волос.

Состояние оптического края (ровный, слегка зазубренный, зазубренный) – признак, дифференцирующий волосы человека и животного; указывает на региональное происхождение волос, наличие химической завивки, травмы волоса (механической, химической, термической, поражения насекомыми).

Сердцевина (наличие, классификация тяжа сердцевины) – признак, дифференцирующий волосы человека и животного; указывает на региональное происхождение волос.

Кутикула:

состояние кутикулы указывает на наличие заболеваний, повреждений, загрязнения, искусственного окрашивания волос;

рисунок кутикулы (линии свободных концов чешуек: ровные, волнистые, изломанные, извитые, языкообразные, волнистые зазубренные, изломанные зазубренные, извитые зазубренные, языкообразные зазубренные) – признак, дифференцирующий волосы человека и животного; один из основных индивидуализирующих признаков.

Цвет фона коркового слоя – один из основных индивидуализирующих признаков. Признак, характеризующий региональное происхождение волос, седые волосы, наличие искусственного окрашивания.

Пигмент (наличие, цвет, расположение, архитектоника, наличие пигментов) – признак, дифференцирующий волосы человека и животного. Один из основных индивидуализирующих признаков. Признак, характеризующий региональное происхождение волос, седые волосы, наличие искусственного обесцвечивания.

Изменения стержня волоса – признак, указывающий на наличие заболеваний, повреждений, загрязнения волос.

### ***Комплекс признаков, характеризующих волосы животных***

Макроморфологические признаки (необходимы при описании волос).

Цвет.

Длина (мм).

Форма волоса (тип изогнутости): прямой, изогнутый, извитой, волнистый, курчавый.

Микроморфологические признаки.

Форма стержня – признак, дифференцирующий волосы животного и человека; указывает на категорию волос; является одним из диагностических признаков таксономической принадлежности животного.

Корневой конец (наличие луковицы, наличие в ней пигмента, присутствие влагищных оболочек и их расположение по отношению к луковице, состояние корневого конца волоса в случае отсутствия луковицы) – признак, характеризующий способ отделения волоса от шерстного покрова животного.

Периферический конец (иглообразно истончен, зашлифован, истончен и зашлифован, расщеплен, метлообразно расщеплен, расщеплен в виде кисточки, представлен поверхностью отделения (перпендикулярная, под углом к оси волоса, ровная, неровная, мелкобугристая, крупнобугристая, углы острые, зашлифованные) – признак, характеризующий давность стрижки, наличие повреждений, заболеваний волос.

Состояние оптического края (ровный, слегка зазубренный, зазубренный) – признак, дифференцирующий волосы животного и человека.

Сердцевина (наличие, структура сердцевины, результаты термохимической обработки) – признак, дифференцирующий волосы животного и человека; указывает на категорию волос; является одним из основных диагностических признаков, характеризующих таксономическую принадлежность животного.

Кутикула (рисунок) – признак, дифференцирующий волосы животного и человека; один из основных признаков, характеризующих таксономическую принадлежность животного.

Цвет фона коркового слоя – признак, характеризующий волосы при их описании, а также наличие искусственного окрашивания.

Пигмент (наличие, цвет, расположение, архитектура, наличие пигментофор) – признак, дифференцирующий волосы животного и человека.

Изменения внешнего вида стержня волоса – признак, указывающий на наличие заболеваний, повреждений, загрязнения волос.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Линейка с ценой деления от 1 мм.

Пинцеты.

Предметные стекла.

Покровные стекла.

Пипетки.

Скальпель (или лезвие безопасной бритвы).

Лупа или микроскоп с отраженным светом.

Препаровальные иглы.

Фильтровальная бумага.

Бинокулярный микроскоп с проходящим светом.

Нагревательный прибор (нагревательный столик, электрическая плитка, газовая горелка, спиртовка и др.).

Просветляющая жидкость (дистиллированная вода, спирт, скипидар, глицерин, ксилол, бензол, канадский бальзам).

Пергидроль (гидроперит).

Раствор аммиака (10–25%-й).

Раствор щелочи КОН или NaOH (10–20%-й).

Бесцветный маникюрный лак.

Коллекции образцов волос человека и животных.

Справочные и методические материалы.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Осмотр вещественных доказательств и ознакомление с материалами дела.

Проверка соответствия объектов, представленных на экспертизу, их перечню в постановлении о ее назначении. Уточнение наличия разрешения лица, назначившего экспертизу, на полное или частичное уничтожение объектов исследования, а также на изменение их внешнего вида и основных свойств.

Уточнение факта экспертного исследования представленных объектов (если ранее по делу производилась экспертиза, – направление запроса копии заключения эксперта).

Осмотр представленных предметов-носителей волос невооруженным глазом или с помощью лупы при естественном или искусственном освещении. Обнаруженные объекты, похожие на волосы, снимают с предметов-носителей с помощью пинцета (или руками, защищенными резиновыми перчатками).

В случае привлечения экспертов других специальностей необходимо продумать последовательность применения различных методов,

организовав работу так, чтобы предыдущие исследования не сказывались отрицательно на возможности проведения последующих.

Определение пригодности для исследования сравнительных образцов волос (правильность отбора, упаковки; достаточность).

### ***Требования к образцам волос человека***

Образцы волос с головы должны быть представлены в количестве 10–15 шт. с каждой из пяти областей головы (лоб, правый висок, левый висок, темя, затылок) в отдельных упаковках. Волосы живых людей должны быть срезаны у корня; волосы трупа – срезаны или вырваны. Длина волос должна быть не менее 30 мм (слишком короткие волосы не имеют достаточного количества морфологических признаков, необходимых для решения идентификационных и диагностических задач). Образцы волос с лица получают наиболее безопасным методом (например, образцы ресниц рекомендуется вырывать, а не срезать).

### ***Требования к образцам волос животных***

Образцы волос животных должны быть представлены в количестве 20–25 шт. с основных областей тела животного (хребта, боков, брюха, головы, ног, хвоста). Если на исследование в качестве образца сравнения представлено меховое изделие, то эксперт отбирает образцы волос (20–25 шт.) с различных участков изделия; если оно состоит из разных шкурок, то волосы берут с каждой шкурки.

#### **2. Морфологическое исследование волос.**

Исследованию подлежат все обнаруженные объекты.

Макроморфологические признаки волос исследуют невооруженным глазом, с помощью лупы или микроскопа (в отраженном свете при увеличении до 30<sup>×</sup>) при естественном или искусственном освещении. Длину измеряют линейкой. Цвет волос определяют визуально на фоне белой бумаги.

Если на представленных волосах имеются посторонние наслоения (кровь), то после установления цвета и внешнего вида их снимают и исследуют отдельно. Затем волосы (за исключением волос человека, с которых предполагается проводить исследование ДНК) промывают в теплой воде с мылом, ополаскивают и обезжиривают, поместив их в стеклянный бюкс с крышкой, заливают смесью эфира со спиртом (соотношение 1:1) и оставляют на 30–60 мин, периодически взбалтывая

жидкость. После этого их помещают на предметные стекла в капли просветляющей жидкости (дистиллированная вода, спирт, скипидар, глицерин, ксилол, бензол, канадский бальзам) и накрывают покровными стеклами.

Микроморфологические признаки волос изучают в обычном проходящем свете микроскопа при увеличениях 100–400<sup>×</sup>. Если рисунок кутикулы плохо различим, то получают отпечатки кутикулы на предметном стекле с помощью бесцветного маникюрного лака: лак наносят на предметное стекло и прижимают волос к слою лака; после высыхания лака волос снимают; полученный отпечаток рассматривают под микроскопом в обычном проходящем свете при увеличениях 100–400<sup>×</sup>.

Признаки последовательно устанавливают, описывают и делают вывод в соответствии с задачами исследования.

Способы, средства выполнения исследования и степень подробности исследования определяются экспертом исходя из поставленных вопросов, а также количества и качества объектов, представленных на исследование.

### ***Особенности исследования волос человека***

Для установления природы объекта, происхождения волоса от человека, способа отделения волоса от волосистой поверхности головы или тела; для установления регионального происхождения волоса, признаков заболевания, повреждения, обесцвечивания, окрашивания, химической завивки, выпрямления достаточно исследования объекта в обычном проходящем свете микроскопа при увеличениях 100–400<sup>×</sup> в капле просветляющей жидкости.

Для установления сходства объекта с образцами волос конкретного человека необходимо сравнительное исследование индивидуализирующих признаков объекта с образцами волос (образцы волос с головы человека – не менее 10 шт. с каждой области головы; образцы волос с лица, туловища и конечностей – в количестве, необходимом для получения полного представления о волосах данного субъекта).

Сравнению подвергается рисунок кутикулы в средней трети волоса. Если на экспертизу представлен фрагмент волоса, который значительно короче волос, изъятых в качестве образцов сравнения, то исследуется кутикула на всем протяжении стержня этих волос, так как представленный фрагмент может соответствовать какому-либо их участку.

### ***Особенности исследования волос животных***

Установление происхождения волоса от человека или животного; установление способа отделения волоса; установление признаков повреждения, окрашивания – исследование объекта в обычном проходящем свете микроскопа при увеличениях 100–400<sup>x</sup> в капле просветляющей жидкости. Если волосы животного сильно пигментированы, то проводят их обесцвечивание в течение 30 мин в смеси пергидроля (гидроперита) и растворе аммиака (10–25 %). Для вытеснения воздуха из сердцевины допускается у целых волос отрезать луковицу и небольшой участок с периферического (дистального) конца (для исследования остается самая широкая часть стержня волоса). Если установить структуру сердцевины не удастся, то волосы кипятят в ксилоле или воде с добавлением нескольких капель щелочи, после чего их переносят на предметное стекло вместе со средой, в которой они находились.

Если рисунок кутикулы плохо различим, то отпечатки кутикулы получают на бесцветном маникюрном лаке; снимать волос с предметного стекла после застывания лака следует с периферического конца, чтобы не повредить отпечаток корневого конца волоса, наиболее значимого для диагностики. Полученный отпечаток рассматривают под микроскопом и устанавливают тип кутикулы в корневой зоне и в наиболее широкой части стержня.

Для установления таксономической принадлежности животного (если выявленных признаков недостаточно) проводят термохимическую обработку сердцевины (щелочной гидролиз): несколько фрагментов стержня волоса помещают в 10–20%-й раствор NaOH или KOH и нагревают при визуальном наблюдении; затем под микроскопом изучают продукты распада сердцевины.

Форма стержня, кутикула в корневой части и сердцевина в наиболее широкой части стержня – диагностически значимые признаки.

Установление сходства с образцами волос конкретной особи животного, мехового изделия: образцы волос животного исследуют в количестве 20–25 шт. с различных участков шкуры животного или мехового изделия; если меховое изделие состоит из разных шкур, то исследуются волосы с каждой из них.

### Формулирование выводов эксперта

В выводах должны содержаться ответы на вопросы, поставленные в документе о назначении экспертизы. По результатам проведенного исследования могут быть сформулированы следующие выводы.

Диагностический вывод о природе объекта (объект является волосом) и происхождении волоса (от человека или от животного), а также о таксономической принадлежности животного формулируется в категоричной форме.

*Примеры.*

1. На представленном отрезке дактилоскопической пленки обнаружено два волоса человека и три волоса животного.

2. На представленной куртке обнаружено: волос животного отряда Хищные (Carnivora), семейства Собаки (Canidae) (объект № 1); два волоса с головы человека (объекты № 2–3).

Если во время исследования обнаруживается недостаточное количество признаков, то эксперт должен отказать от решения вопроса о происхождении волоса.

*Пример.* На представленном отрезке дактилоскопической пленки обнаружен волос. Установить его происхождение (от человека или животного) не представляется возможным из-за недостаточного количества морфологических признаков.

Совпадение признаков группового значения (например, признаков, характерных для волос человека или указывающих на региональное происхождение волос) является основанием для отнесения волос к определенной группе<sup>1</sup>. Совпадение признаков родового значения (например, признаков, характерных для волос животных или характеризующих таксономическую принадлежность животного) является основанием для установления родовой принадлежности животного-носителя.

*Пример.* На представленном отрезке дактилоскопической пленки обнаружено пять волос человека, из них: два волоса – с головы, три волоса – с лица.

Вероятный положительный вывод о наличии тождества формулируется в том случае, если совпадают все индивидуализирующие

---

<sup>1</sup> Групповой (родовой) признак – признак, присущий любому объекту, входящему в некоторое множество – род или группу [1].

морфологические признаки. Вывод о наличии тождества в категоричной форме сформулировать не представляется возможным, так как в настоящее время отсутствует алгоритм статистической обработки индивидуализирующих морфологических признаков и не исключена возможность противоположного вывода.

*Пример.* На представленной шапке обнаружено девять волос (объекты № 1а–9а), из них: семь волос с головы человека (объекты № 1а–7а), два волоса животного отряда Хищные, семейства Куны, рода Ласки и Хорьки, подрода Норки (объекты № 8а–9а). Семь волос с головы человека по сочетанию макро- и микроморфологических признаков сходны с образцами волос гр-на Н. и могли произойти от него. Два волоса животного по сочетанию макро- и микроморфологических признаков сходны с образцами волос шубы черного цвета и могли произойти от данной шубы, а также от иного мехового изделия либо полуфабриката, имеющего в своем ворсе волосы с выявленным сочетанием макро- и микроморфологических признаков.

Категорический отрицательный вывод об отсутствии тождества формулируется, если установлены существенные различия (индивидуализирующие признаки) между объектами и образцами волос.

*Примеры.*

1. Семь волос с головы человека по сочетанию макро- и микроморфологических признаков отличаются от образцов волос гр-на З. и не происходят от него.

2. Восемь объектов, представленных на исследование, являются волосами и происходят из волосяного покрова животного отряда Хищные (Carnivora), семейства Кошки (Felidae), рода Кошки (Felis). По своим макро- и микроморфологическим признакам они отличаются от образцов волос шубы (волосяной покров животных отряда Хищные (Carnivora), семейства Куны (Mustelidae) и не происходят из нее.

Вывод о невозможности решения вопроса о тождестве формулируется, если во время исследования обнаруживается недостаточное количество признаков или отсутствуют сравнительные образцы волос.

*Пример.* Сделать вывод о происхождении двух волос с лица человека (объекты № 1, 2) от гр-на Н. и гр-на З. не представляется возможным в связи с отсутствием соответствующих сравнительных образцов. Определить региональное происхождение двух волос человека (объекты № 3, 4) и сделать вывод об их происхождении от гр-на Н. и гр-на З. не представляется возможным в связи с недостаточным количеством морфологических признаков.

### Литература

1. *Белкин Р.С.* Криминалистическая энциклопедия. – М., 1997.
2. *Кисин М.В., Бульшиева Л.К., Мамотюк М.Л., Разоренова О.И.* Волосы животных как объект судебно-биологической экспертизы / Под ред. М.А. Бронниковой. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1984.
3. *Кисин М.В., Митричев В.С.* Судебно-биологическая экспертиза волос животных. – Вып. 1. – Общие положения. – М., 1996.
4. Образцы заключений экспертов: Практическое пособие / Под ред. В.В. Мартынова. – М.: ЭКЦ МВД России, 2005.
5. *Разоренова О.И., Никифорова Ж.М. и др.* Комплексное исследование волос человека. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.
6. Современные методы экспертного исследования волос человека / М.Г. Пименов, О.И. Разоренова, Е.В. Сучкова и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.
7. *Сучкова Е.В.* Особенности цветовосприятия при исследовании волос // Экспертная практика. – № 67. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009. – С. 120–131.
8. *Сучкова Е.В., Разоренова О.И., Пименов М.Г., Платоненкова Л.С.* Современные методы установления таксономической принадлежности волос животных. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

### **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАПАХОВЫХ СЛЕДОВ ЧЕЛОВЕКА (КАК БИОЛОГИЧЕСКОГО ВИДА) НА ПРЕДМЕТАХ-СЛЕДОНОСИТЕЛЯХ**

*К.Т. Сулимов, В.И. Старовойтов,  
П.Б. Панфилов, А.В. Саламатин*  
ЭКЦ МВД России

#### **Экспертная задача**

Выявление запаховых следов человека на изымаемых объектах; установление пригодности следоносителей для идентификационного исследования с их использованием.

#### **Объекты исследования**

Предметы – предполагаемые носители запаховых следов человека (пахучих веществ пота и крови человека).

## Вопросы, решаемые экспертизой

Имеются ли на представленных на исследование предметах запаховые следы человека?

При необходимости сохранения запаховых следов для последующего идентификационного исследования в рамках дополнительной экспертизы вопрос дополняется фразой: «Если имеются, то прошу собрать и сохранить их».

## Сущность методики

Исследование объектов-следоносителей на наличие запаховых следов человека с использованием препаративных методов (извлечение пахучих веществ), метода условных рефлексов и зоопсихологического метода выбора объекта из множества по образцу, а также методов контроля сигнального поведения животных.

## Подзадачи

**1. Получение запаховых проб с представленных объектов, сравнительных образцов и вспомогательных объектов.**

*Объекты исследования.* Объекты с места происшествия и модельные объекты, содержащие и не содержащие запаховые образцы человека.

*Принцип решения подзадачи.* Испарение пахучих веществ с объектов в условиях повышенной температуры (подогревание нижней части термовакuumного сборника со следоносителем на кипящей водяной бане) и остаточного давления 0,2–0,4 кгс/см<sup>2</sup> с последующей конденсацией испаренных компонентов на поверхности приемной камеры устройства, охлаждаемой жидким азотом.

**2. Выявление на объектах сравнительного ряда пахучих помех; определение рабочей пригодности применяемых собак-детекторов.**

*Объекты исследования.* Пахучие вещества запаховых проб, используемых в исследовании.

*Принцип решения подзадачи.* Применение биологических методов условных рефлексов, зоопсихологического метода выбора объекта из множества по образцу, а также методов контроля сигнального поведения животных.

**3. Сопоставление запаховых образцов с известной видовой ольфакторной характеристикой (наличие/отсутствие видового запаха)**

*человека) с запаховыми следами со следоносителей, проверяемых на наличие запаховых следов человека (например, изъятых с места происшествия).*

*Объекты исследования.* Пахучие вещества запаховых проб, используемых в исследовании.

*Принцип решения подзадачи.* Применение биологических методов условных рефлексов, сопоставление запаховых образцов известного происхождения (характеризующихся и не характеризующихся запахом человека) с запаховыми следами, происхождение которых не установлено, в условиях контроля сигнального поведения животных.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект (признаки, устанавливаемые экспертами)**

*Качественные признаки:* наличие (или отсутствие) видовой характеристики, пахучих помех.

*Количественные признаки:* высокая (или низкая) концентрация веществ, образующих запаховые следы (т.е. их достаточность).

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Специально изготавливаемые стеклянные устройства – криогенно-вакуумные (термовакuumные) сборники пахучих веществ [4].

Вакуумный насос для откачки воздуха из сборников запаховых следов при извлечении пахучих веществ с объектов.

Вытяжной шкаф для препарирования объектов.

Водяная баня для нагревания сборников запаховых следов с помещенными в них объектами.

Сушильный шкаф для просушивания и температурной обработки стеклянных банок, металлических держателей<sup>1</sup>, пинцетов.

Морозильные камеры объемом не менее 2 м<sup>3</sup> для сохранения влажных следоносителей и собранных запаховых проб.

Сплит-система (кондиционер) для обеспечения оптимальных температурных условий применения собак-детекторов.

Водонагреватель для обеспечения горячей водой.

Система видеонаблюдения и звукозаписи для видеофиксации ольфакторного исследования и наблюдения за процессом исследования представленных запаховых объектов в реальном времени.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

---

<sup>1</sup> Держатель – открытый снизу и сверху усеченный конус из листа металла; придает банкам устойчивость и закрывает надписи на их стенках, что требуется для обеспечения условий «слепого опыта».

Специально подготовленные собаки-детекторы диагностической направленности (3–5 животных).

Расходные материалы: хлопчатобумажная ткань (байка, фланель) – салфетки (лоскуты) размерами 10 × 15 см; стеклянные банки объемом от 0,5–0,7 л (не менее 1000 шт.) до 5 л, плотно закрываемые стеклянными или металлическими крышками; алюминиевая фольга; хладагент (жидкий азот).

Наборы вспомогательных (контрольных) запаховых проб.

Коллекция экспертных образцов, содержащих и не содержащих запаховые образцы человека, обновляемая ежегодно.

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Подготовительная стадия***

Ознакомление с материалами дела.

Уяснение поставленной задачи.

Осмотр объектов; извлечение запаховых следов.

Подготовка вспомогательных объектов сравнительного ряда.

Создание условий для работы собак-детекторов в лабораторном помещении (не менее 30 м<sup>2</sup>), где проходит их применение.

Составление сравнительного ряда проводят в соответствии с характером исследуемых объектов, учитывая материал объекта, давность оставления следа, время хранения предметов и собранных запаховых проб до исследования. Каждому исследуемому объекту в сравнительном ряду должны соответствовать (как правило) не менее 2–3 вспомогательных объектов, схожих с ним по ольфакторным характеристикам. Эталонная проба в диагностическом ольфакторном исследовании должна характеризоваться запахом человека как биологического вида и быть сопоставимой с исследуемой пробой по другим ольфакторным характеристикам (например, при исследовании образцов трупной крови, объектов со следами крови в качестве эталона используется запаховая проба из крови не причастного к происшествию лица).

Собранные с исследуемых и вспомогательных объектов запаховые пробы, из которых будут составляться сравнительные ряды, выдерживаются в закрытых банках в зале проведения ольфакторного исследования не менее суток для равномерного распределения в банках пахучих веществ, а также для выравнивания температуры и фоновых ольфакторных составляющих в помещении (это условие должно соблюдаться и для только что полученных запаховых проб, и для запаховых проб, вынутых из морозильных камер).

Создание условий для применения собак-детекторов включает поддержание оптимальной температуры (18–22 °С) и влажности воздуха (60–80 %), а также максимальное устранение посторонних акустических, визуальных и ольфакторных раздражителей.

### *Аналитическая стадия*

Проверка исследуемых объектов и сравнительных образцов: наличие пахучих помех; правильность подбора вспомогательных объектов сравнительного ряда; оценка функциональной пригодности намеченных к применению животных. В сравнительном ряду размещают в пропорции 1:1 контрольные (вспомогательные) запаховые пробы, характеризующиеся видовым запахом человека, и пробы, не обладающие им (полученные с модельных объектов). Запаховые пробы, полученные с объектов, изъятых с места происшествия (сравнительных образцов, полученных от проверяемых лиц), при составлении сравнительного ряда для диагностических ольфакторных исследований следует относить к группе объектов, вероятно, характеризующихся запахом человека. Если собака-детектор обозначает сигнальным поведением только эталонную запаховую пробу, которая характеризуется запахом того же лица, что и заданная к поиску, если не проявляет сигнальных реакций и повышенного интереса к исследуемым и вспомогательным пробам, предназначенным для сравнительного исследования, то эксперты делают вывод об отсутствии препятствий для дальнейшего выявления видовой ольфакторной характеристики исследуемых объектов с применением тестируемого животного в данном сравнительном ряду.

### *Сравнительная стадия*

Сопоставление запаховых образцов с известной видовой ольфакторной характеристикой (наличие/отсутствие видového запаха человека) с запаховыми следами со следоносителей, проверяемых на наличие запаховых следов человека.

В сравнительном ряду из десяти объектов размещают одну запаховую пробу с видовым запахом человека (эталонная проба, которая на этапе теста собаки и ряда являлась одним из вспомогательных объектов, характеризующихся запахом человека), пробы с исследуемых объектов, а также объекты, схожие с исследуемыми по материалу-носителю и другим показателям, но которые не характеризуются запахом человека. При размещении в сравнительном ряду эталонной

пробы и исследуемых объектов их чередуют со вспомогательными объектами. В этих условиях количество исследуемых объектов должно быть минимизировано: не более 2–3 в одном сравнительном ряду (если количество исследуемых объектов более трех, то диагностическое исследование проводят в нескольких сравнительных рядах; при этом исследуемые запаховые пробы в каждом сравнительном ряду komponуют по материалу-носителю и другим ольфакторным характеристикам).

При размещении в сравнительном ряду исследуемые объекты чередуют с контрольными объектами. Не допускается размещение подряд двух и более исследуемых объектов (включая эталонную пробу) во избежание возможного игнорирования собаками-детекторами последовательно расположенных объектов с искомыми ольфакторными характеристиками, а также «переноса» сигнальных реакций собак на последовательно стоящие исследуемые и эталонный объекты.

Емкости с объектами располагают в металлических держателях, закрывающих пояснительные надписи на банках (для исключения неумышленного влияния на работу собак-детекторов со стороны управляющего ими специалиста). Собака-детектор направляется на поиск в сравнительном ряду без обнюхивания «стартовой» запаховой пробы. Перед каждым пуском собаки-детектора на поиск объекты сравнительного ряда расставляют заново, обеспечивая случайный порядок их расположения. До проявления сигнальных реакций собаки-детектора применяющего ее специалиста об этом порядке не информируют.

Пуск собаки-детектора (ее проводка специалистом) по сравнительному ряду на всех стадиях диагностического ольфакторного исследования осуществляется со вспомогательной запаховой пробы через исследуемые пробы в сторону эталонного объекта, который всегда завершает поисковое поведение собаки.

Каждую применяемую собаку-детектора проводят вдоль сравнительного ряда из десяти открытых емкостей, расположенных по кругу (расстояние между емкостями – не менее одного метра), для поочередного обнюхивания помещенных в них запаховых проб. При обнаружении запаховой пробы с исследуемой ольфакторной характеристикой (запах человека как биологического вида) собака-детектор принимает выработанную дрессировкой сигнальную позу – садится

(ложится) у этого объекта. Способность собак-детекторов воспринимать, сохранять в памяти и узнавать запахи тестируют выявлением соответствующих эталонных запаховых проб. Одновременно осуществляют контроль посредством повторного выбора-узнавания проб с исследуемой ольфакторной характеристикой (видовой запах человека) при изменении расположения проб среди объектов сравнительного ряда.

### *Заключительная стадия*

Оценка условий и особенностей проведенного исследования.

Аналитическое сопоставление результатов, полученных на различных этапах исследования.

На основе оценки и анализа полученных результатов исследования эксперты аргументируют ответ на вопрос, поставленный на их разрешение инициатором исследования; формулируют выводы по результатам проведенного исследования.

При оценке результатов учитываются внешний вид объектов и их упаковки, сохранность запаховых следов на объектах (время выветривания, удерживающие свойства следоносителя, своевременность представления объектов на исследование) и условия их хранения до представления на исследование.

Для вывода о наличии запаховых следов человека как биологического вида на объекте, представленном на исследование, необходимо выполнить следующее:

установить отсутствие у собак-детекторов повышенного интереса к исследуемому запаховому следу и эталонным образцам (учет пахучих помех на этапе тестирования);

выявить устойчивую реакцию узнавания собакой-детектором запаха человека в пробе с исследуемого и эталонного объектов;

воспроизвести полученные результаты с применением другой собаки-детектора.

Результаты применения собаки-детектора, полученные в условиях отсутствия ее реакций на эталонные запаховые пробы и/или при проявлении сигнального поведения по отношению к другим вспомогательным объектам сравнительного ряда, при формулировании выводов не учитываются, так как они свидетельствуют о функциональной непригодности этой собаки-детектора на момент применения.

При наличии в исследуемых запаховых пробах запаховых следов человека пробы раздельно герметично закупоривают. Порядок и сроки их дальнейшего хранения согласовываются с инициатором исследования.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод: положительный или отрицательный, либо вывод о невозможности решения поставленного вопроса.

Положительный вывод может быть сформулирован в категорической или предположительной (вероятной) форме.

Категорический положительный вывод формулируют в том случае, когда двумя собаками-детекторами воспроизводимым сигнальным поведением отмечались исследуемая запаховая проба, эталонная проба и не отмечались другие контрольные объекты сравнительного ряда.

*Пример.* На представленных к исследованию двух перчатках, куртке и брюках выявлены запаховые следы человека, которые собраны, законсервированы и будут храниться в ЭКЦ МВД России в течение трех лет.

Вероятный вывод о наличии запаховых следов человека как биологического вида делается в следующих случаях.

1. Экспертами предполагается, что пахучие вещества присутствуют на исследуемом объекте в низкой концентрации (например, на небольших по размеру объектах, объектах с гладкой поверхностью, полимерных упаковках – обгоревших спичках, пачках от сигарет, ручках сумок-пакетов, полированных рукоятках и т.п.). В этом случае при наличии воспроизводимого сигнального поведения одной собаки-детектора на исследуемый объект (при наличии ее сигнального поведения в отношении эталонной пробы и в отсутствие сигналов на другие контрольные объекты сравнительного ряда) исследование может быть завершено с вероятным выводом о наличии на представленном объекте запаховых следов человека<sup>1</sup>. Это служит для обеспече-

---

<sup>1</sup> Этот методический прием применим только в том случае, если в постановлении о назначении экспертизы ставится задача сохранения запаховых следов, а не решается идентификационная задача.

ния возможности проведения последующего идентификационного исследования с использованием запаховых проб с представленных объектов. В последующем полученный в диагностическом исследовании вероятный вывод проверяется (с использованием других собак-детекторов) после завершения идентификационного ольфакторного исследования, если в нем получен отрицательный или вероятный результат.

*Пример.* На представленных к исследованию зажигалке и связке ключей с брелоком, возможно, имеются запаховые следы человека, которые собраны, законсервированы и будут храниться в ЭКЦ МВД России в течение трех лет.

2. Если при наличии сигнального поведения в отношении эталонной пробы и в отсутствие сигналов на другие контрольные объекты сравнительного ряда сигнальное поведение на исследуемый объект одной собаки-детектора не воспроизводится при применении второй собаки-детектора. Формулировка вывода в этом случае такая же, как в предыдущем примере<sup>1</sup>.

Категорический отрицательный вывод формулируют в том случае, когда воспроизводимым сигнальным поведением двух собак-детекторов отмечалась только эталонная запаховая проба и не отмечалась проба, исследуемая на наличие запаховых следов человека как биологического вида.

*Пример.* На исследуемом охотничьем ружье запаховых следов человека не выявлено.

Также отрицательный вывод может быть сделан по результатам осмотра представленных объектов на предварительном этапе ольфакторного исследования, если объекты исследования гнилостно изменены или на них имеются плесневые образования.

---

<sup>1</sup> Если диагностическая задача решается на аналитической стадии идентификационного исследования, то недопустимо формулировать вероятный вывод о наличии запаховых следов человека как биологического вида. Сочетание категорических положительного, отрицательного или вероятного положительного вывода по результатам идентификационного этапа исследования с вероятным выводом о наличии на исследуемом объекте запаховых следов человека является логической ошибкой. В подобных случаях определенность в решении диагностической задачи может быть достигнута применением третьей собаки-детектора: в зависимости от результатов ее применения формулируют положительный или отрицательный вывод о наличии на исследуемом объекте запаховых следов человека.

*Пример.* На представленных варежках отсутствуют запаховые следы человека (полностью уничтожены плесневыми образованиями).

Вывод о невозможности решения поставленного вопроса может быть сформулирован, если с применением двух собак-детекторов на исследуемом объекте выявляются пахучие помехи.

*Пример.* Ответить на вопрос о наличии на представленном ноже запаховых следов человека не представилось возможным из-за выявленных на объекте неустранимых пахучих помех.

## Литература

1. Исследование запаховых следов человека / Под ред. Т.Ф. Моисеевой, В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

2. *Панфилов П.Б.* Основные принципы обеспечения достоверности исследований запаховых следов человека с использованием собак-детекторов в судебной экспертизе. – М., 2007.

3. *Старовойтов В.И., Моисеева Т.Ф. и др.* Физико-химические и биосенсорные методы в собирании пахучих следов и установлении пола человека. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2003.

4. *Старовойтов В.И., Мухин В.М., Зинкевич Э.П., Сулимов К.Т.* Устройство для извлечения летучих веществ. – Авт. свид. № 1673176 от 01.05.1991.

5. *Стегнова Т.В., Сулимов К.Т., Старовойтов В.И., Гриценко В.В.* Установление некоторых диагностических признаков человека по запаховым следам. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

6. *Сулимов К.Т., Старовойтов В.И.* Использование запаховой информации с мест происшествий в раскрытии и расследовании преступлений. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СУБЪЕКТА ПО ЗАПАХОВЫМ СЛЕДАМ ИЗ ЕГО ПОТА И КРОВИ

*К.Т. Сулимов, В.И. Старовойтов,  
П.Б. Панфилов, А.В. Саламатин*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление факта наличия либо отсутствия запаховых следов конкретных лиц на изымаемых объектах.

## **Объекты исследования**

Следы пахучих веществ пота и крови человека, зафиксированные на различных материальных носителях (одежда, обувь, головные уборы, инструменты, оружие, орудия и др.).

## **Вопрос, решаемый экспертизой**

Имеются ли на представленном на экспертизу объекте (при назначении дополнительной экспертизы – в представленных на исследование запаховых пробах) запаховые следы проверяемого лица?

## **Сущность методики**

Исследование объектов-следоносителей с использованием лабораторных препаративных методов (извлечение пахучих веществ), метода условных рефлексов и зоопсихологического метода выбора объекта из множества (сравнительного ряда<sup>1</sup>) по образцу, а также методов контроля сигнального поведения собак-детекторов и статистического контроля правильности данных, получаемых в ольфакторном исследовании.

## **Подзадачи**

***1. Получение запаховых проб, обеспечение их сохранности до проведения ольфакторного исследования.***

Сбор запаховых проб с обнаруженных и изъятых по делу объектов; из образцов крови и пота проверяемых лиц<sup>2</sup> и с объектов, которые будут использоваться в сравнительном ряду для «отрицательного»

---

<sup>1</sup> Сравнительный ряд объектов – десять расставленных по кругу единообразных по внешнему виду запаховых проб, специально подобранных для конкретного исследования.

<sup>2</sup> Оптимальным источником пахучих веществ, индивидуализирующих субъекта, служат образцы его крови, которые отбирают в медицинском учреждении на тампон из нескольких слоев стерильной марли так, чтобы образовалось пропитавшее ее пятно диаметром 3–4 см. Образцы крови на марле тщательно просушивают при комнатной температуре в течение суток и помещают в бумажный конверт, который надписывают и опечатывают. В качестве дополнительного сравнительного материала могут быть представлены образцы пота на марлевом бинте. Их получают следующим образом: марлевый бинт выдерживают в контакте с телом проверяемого лица в течение 30–40 мин, обернув его вокруг туловища 3–4 раза; затем бинт снимают, протирают им участки шеи и сгибы рук (до локтевого сгиба) проверяемого лица, заворачивают в алюминиевую фольгу, помещают в конверт, который надписывают и опечатывают.

контроля<sup>1</sup>; обеспечение сохранности полученных запаховых проб до проведения ольфакторного исследования.

*Объекты исследования.* Следоносители, изъятые с места производства следственного действия, сравнительные образцы крови и пота проверяемых лиц; объекты, используемые для «отрицательного» контроля.

*Принцип решения подзадачи.* Испарение пахучих веществ с объектов-следоносителей (подогревание в устройстве по сбору пахучих веществ на кипящей водяной бане) при остаточном давлении в устройстве 0,2–0,4 кгс/см<sup>3</sup> с последующей конденсацией испаренных компонентов на поверхности приемной камеры, охлаждаемой жидким азотом;

обеспечение сохранности собранных запаховых проб (при необходимости) – раздельная герметизация в стеклянных емкостях с последующим содержанием в морозильной камере при отрицательной температуре.

**2. Выявление на объектах сравнительного ряда пахучих помех; определение рабочей пригодности применяемых собак-детекторов.**

Подготовка сравнительного ряда (рядов) запаховых проб и создание температурно-влажностного режима, необходимого для применения собак-детекторов; выявление на объектах сравнительного ряда пахучих помех и определение рабочей пригодности применяемых собак-детекторов.

**3. Установление тождества или различия по индивидуальному запаху запаховых образцов, полученных от проверяемых лиц, и запаховых проб с объектов, изъятых с места происшествия.**

Сопоставление сравнительных запаховых образцов, полученных от проверяемых лиц, с запаховыми пробами, полученными с объектов, изъятых с места происшествия, или при производстве других следственных действий.

*Объекты исследования.* Пахучие вещества, используемые в исследовании запаховых проб.

*Принципы решения подзадач 2 и 3.* Применение биологических методов условных рефлексов, зоопсихологического метода выбора

---

<sup>1</sup> «Отрицательный» контроль – использование в исследовании объектов (запаховых проб), о которых достоверно известно, что они не обладают исследуемой ольфакторной характеристикой (индивидуальный запах проверяемого лица); по другим характеристикам (материал-следоноситель, запаховый фон) пробы, используемые для «отрицательного» контроля, должны быть сходными с исследуемыми пробами и сравнительными запаховыми образцами, полученными от проверяемых лиц.

объекта из множества по образцу, а также методов контроля сигнального поведения животных и статистического контроля правильности данных, получаемых в исследовании; изучение реакций собак-детекторов на объекты (запаховые пробы) сравнительного ряда в процессе выявления с их использованием в этом ряду контрольного объекта с заданным к поиску запахом – эталонного объекта («положительный» контроль<sup>1</sup>): способность в каждом пуске на поиск искомого запаха обнаружить по запаху эталонный объект, не реагируя на запахи объектов, используемых для «отрицательного» контроля, указывает на функциональную пригодность собаки-детектора на момент ее применения.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект (признаки, устанавливаемые экспертами)**

*Качественные признаки:* наличие (или отсутствие) индивидуального и видового запаха человека, пахучих помех.

*Количественные признаки:* высокая (или низкая) концентрация веществ, образующих запаховые следы человека (устанавливается в процессе ольфакторного исследования с применением собак-детекторов как их достаточность), а также посторонних пахучих включений (определяется экспертами органолептически при внешнем осмотре объектов и учитывается при подготовке контрольных объектов сравнительного ряда).

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Специально изготавливаемые стеклянные устройства – криогенно-вакуумные (термовакuumные) сборники пахучих веществ [9].

Вакуумный насос для откачки воздуха из сборников запаховых следов при извлечении пахучих веществ с объектов.

Вытяжной шкаф для препарирования объектов.

Водяная баня для нагревания сборников запаховых следов с помещенными в них объектами.

Сушильный шкаф для просушивания и температурной обработки стеклянных банок, металлических держателей<sup>2</sup>, пинцетов.

---

<sup>1</sup> «Положительный» контроль – использование в исследовании контрольных объектов (эталонных запаховых проб), обладающих исследуемой ольфакторной характеристикой.

<sup>2</sup> Держатель – открытый снизу и сверху усеченный конус из листа металла; придает банкам устойчивость и закрывает надписи на их стенках, что требуется для обеспечения условий «слепого опыта».

Морозильные камеры объемом не менее 2 м<sup>3</sup> (рабочая температура: –16–25 °С) для сохранения влажных следоносителей и собранных запаховых проб.

Сплит-система (кондиционер) для обеспечения оптимальных температурных условий применения собак-детекторов.

Водонагреватель для обеспечения горячей водой.

Система видеонаблюдения и звукозаписи для видеофиксации ольфакторного исследования и наблюдения за процессом исследования представленных запаховых объектов в реальном времени.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Специально подготовленные собаки-детекторы идентификационной направленности (8–12 животных).

*Расходные материалы:* хлопчатобумажная ткань (байка, фланель) – салфетки (лоскуты) размерами 10 × 15 см; стеклянные банки объемом от 0,5–0,7 л (не менее 1000 шт.) до 5 л, плотно закрываемые стеклянными или металлическими крышками (для извлечения, последующего сохранения запаховых проб и их размещения в сравнительном ряду); алюминиевая фольга; хладагент (жидкий азот).

Наборы вспомогательных (контрольных) запаховых проб из имеющейся в ольфакторной лаборатории коллекции экспертных образцов, обновляемой ежегодно.

Запаховые объекты (пробы, образцы), размещаемые в сравнительном ряду:

1) исследуемые пробы (проверяемые на наличие исследуемых ольфакторных характеристик), занимающие, как правило, не более 30 % от общей численности запаховых проб сравнительного ряда (запаховые пробы, полученные с объектов-носителей запаховых следов, изъятых при производстве осмотра места происшествия и других следственных действий);

2) контрольные (эталонные) пробы, обладающие исследуемой ольфакторной характеристикой, по одной в каждом ряду (сравнительные образцы из крови и пота проверяемых лиц, сопоставимые по исследуемым ольфакторным характеристикам; в отличие от изъятых объектов-носителей запаховых следов образцы для сравнительного исследования не связаны с местом происшествия, но обладают несомненностью происхождения от конкретного проверяемого субъекта и выполняют функцию «положительного» контроля над поведением применяемых в исследовании специально подготовленных собак-детекторов);

3) контрольные (вспомогательные) пробы<sup>1</sup>, составляющие основную часть (60–70 %) сравнительного ряда, выполняющие функцию «отрицательного» контроля над поведением собак-детекторов, применяемых в исследовании (запаховые пробы, полученные экспертом с модельных объектов и из образцов пота и крови лиц, заведомо не причастных к расследуемому происшествию).

Постоянно обновляемые запаховые пробы (не менее 500), получаемые с различных материалов и от разных доноров (из образцов крови и пота).

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовительная стадия***

Ознакомление с материалами дела.

Уяснение поставленной задачи.

Осмотр объектов, представленных на экспертизу.

Извлечение запаховых проб.

Подготовка контрольных объектов для сравнительного ряда.

Создание оптимальных условий в рабочем помещении для применения собак-детекторов<sup>2</sup>: температура – 18–22 °С, влажность воз-

---

<sup>1</sup> При подборе контрольных проб для составления сравнительного ряда пользуются методом аналогов: сравниваемые объекты, отличаясь друг от друга по исследуемой ольфакторной характеристике (индивидуальный запах – в идентификационном исследовании, видовой запах человека – в соответствующем диагностическом исследовании), должны иметь сходство по материалу следоносителя, пахучему фону, давности получения запаховых проб и другим характеристикам.

Большая часть контрольных проб для исследования может быть получена с использованием коллекции экспертных запаховых образцов. Объекты экспертной коллекции также необходимы для составления сравнительных рядов при дрессировке и тренировке собак-детекторов.

Запаховые образцы утрачивают свои свойства из-за летучести пахучих веществ, характеризующих субъекта и предмет-следоноситель (естественное рассеивание запаха в процессе исследования), а также и вследствие органических изменений, происходящих в них со временем. Все контрольные объекты сравнительного ряда и исследуемые запаховые пробы должны соответствовать по количеству предъявлений каждой собаке-детектору, используемой в исследовании, т.е. нельзя допускать, чтобы исследуемые пробы были новыми для применяемых собак-детекторов на фоне знакомых им контрольных проб; поэтому объекты коллекции запаховых образцов не могут использоваться постоянно и нуждаются в ежегодном обновлении.

<sup>2</sup> Площадь помещения для проведения ольфакторного исследования с применением собак-детекторов должна составлять не менее 30 м<sup>2</sup>.

духа – 60–80 %, а также максимальное устранение посторонних акустических, визуальных и ольфакторных раздражителей.

Тактика сбора запаховых проб с предметов-следоносителей и их препарирования определяется после изучения обстоятельств их образования и хранения, а также уяснения задачи исследования и внешнего осмотра объектов (описание объектов проводится после сбора с них запаховых проб). При этом определяющими являются следующие факторы:

защищенность от подмены и фальсификации (целостность и качество упаковки) предмета, поступившего на исследование;

общая пригодность объекта для идентификационного ольфакторного исследования<sup>1</sup>;

наличие, достаточность, а также качество образцов крови проверяемых лиц<sup>2</sup>;

размеры и материал предмета-следоносителя;

временные факторы, которые могли повлиять на сохранность запаховых следов (длительность их выветривания до момента обнаружения и упаковки объекта; своевременность представления на ольфакторное исследование);

---

<sup>1</sup> Непригодны для ольфакторного исследования следующие объекты:

с признаками гнилостных изменений или наличия плесени, возникшими в результате длительного нахождения в воде, в условиях высокой влажности воздуха или в контакте с трупом;

подвергшиеся воздействию высоких температур (изъятые с мест пожаров или из сгоревшего автотранспорта);

камни, кирпичи, использовавшиеся в качестве орудий преступления;

запаховые пробы, собранные со следов ног или обуви, а также другие запаховые пробы, полученные на месте происшествия способом аппликации, и следы рук на дактилопленке.

Использование ольфакторного метода неэффективно при установлении личности без вести пропавших и погибших лиц – в большинстве случаев маловероятно сохранение запаховых следов на личных вещах пропавшего лица и тем более возможность получения качественных сравнительных образцов крови при обнаружении его трупа.

<sup>2</sup> При отсутствии образцов крови проверяемого лица экспериментальные или свободные образцы его пота не являются качественным и достаточным источником пахучих веществ, индивидуализирующих субъекта. В адрес инициатора исследования должно быть выслано ходатайство о представлении сравнительных образцов крови для производства экспертизы запаховых следов человека; в случае отказа материалы идентификационной ольфакторной экспертизы вместе с соответствующим поручением должны быть возвращены инициатору назначения экспертизы без исследования.

предполагаемый механизм образования запаховых следов; вероятные интенсивность и длительность контакта субъекта с представленным объектом;

возможность наличия и локализация на препарлируемом носителе других следов, важных для следствия (микрочастицы, отпечатки пальцев, волосы и т.д.);

объем назначенного исследования и возможность производства дополнительных и повторных экспертиз; необходимость последующего хранения запаховых проб, собранных со следоносителей.

При представлении на ольфакторное исследование сравнительных образцов пота проверяемых лиц они тщательно упаковываются в несколько слоев алюминиевой фольги либо в герметично закрытую стеклянную емкость с металлической или стеклянной крышкой (для предотвращения взаимного перехода и смешения пахучих веществ). Если исследуемые объекты и сравнительные образцы (образцы пота, личные вещи проверяемых лиц) представлены на экспертизу в общей упаковке, не препятствующей взаимопроникновению и смешению пахучих веществ, то делается вывод о невозможности проведения идентификационного исследования запаховых следов человека из-за необратимого видоизменения (взаимного перехода) пахучих веществ, подлежащих исследованию.

*Получение запаховых проб.*

*Планирование, подготовка к проведению ольфакторного исследования*

Для предохранения от посторонних следовых загрязнений работа с исследуемыми объектами проводится с использованием чистых резиновых перчаток и пинцетов. Запаховые пробы (порции пахучих веществ, составляющих запаховые следы и характеризующих объект) с представленных объектов, сравнительных образцов, полученных от проверяемых лиц, и контрольных объектов (запаховые пробы для тестирования исследуемых объектов и функционального состояния собак-детекторов) получают криогенно-вакуумным способом с использованием специальных сборников пахучих веществ.

Принцип сбора заключается в испарении пахучих веществ в условиях повышенной температуры (подогревание нижней части сборника со следоносителем на кипящей водяной бане) и остаточного давления 0,2–0,4 кгс/см<sup>2</sup> с последующей конденсацией испаренных компонентов

на поверхности приемной камеры устройства, охлаждаемой жидким азотом. Полученные конденсаты переносятся на чистые хлопчатобумажные салфетки и герметично укупориваются вместе с ними в опечатываемые стеклянные банки объемом 0,5–0,7 л.

Перед помещением в устройство образцы крови предварительно увлажняются двумя-тремя каплями воды, распределенной по поверхности образца, и тщательно разминаются пинцетами под вытяжкой. Все остальные объекты (кроме предметов одежды и изделий из шерсти) предварительно увлажняются над водяным паром средней интенсивности в течение 3–5 сек.

Если объект поступил на исследование влажным или мокрым, то он полностью высушивается (при необходимости отжимается) при комнатной температуре без использования нагревательных элементов; затем с него получают запаховую пробу.

Для получения запаховых проб с крупных объектов и при наличии разрешения на их повреждение делаются вырезы с участков наиболее вероятного и интенсивного контакта с человеком (например, подкладка верхней одежды в областях рукавов, пояса, воротника).

После изучения представленных материалов намечается план исследования и готовятся средства, необходимые для решения поставленных вопросов, исходя из двух возможных вариантов идентификации по запаховым следам:

1) сопоставлением запаховых образцов, характеризующих проверяемое лицо, с запаховыми пробами с изъятых предметов-следоносителей (основной вариант);

2) сопоставлением запаховых проб с изъятых предметов-следоносителей со сравнительными запаховыми образцами, полученными от проверяемых лиц (этот вариант обязательно предусматривает предварительное диагностическое исследование запаховых проб с объектов, изъятых с места происшествия, на наличие запаховых следов человека как биологического вида).

Второй вариант следует рассматривать как вспомогательный, не защищенный от негативного влияния запаховых помех, которые могут содержаться в запаховых пробах с изъятых объектов. К нему прибегают в случае представления на экспертизу одного-двух изъятых предметов-следоносителей и большого числа сравнительных запаховых образцов (полученных, например, от пяти и более проверяемых лиц). Положительный результат при таком варианте сопоставления в отно-

шении кого-то из проверяемых лиц должен быть обязательно проверен с использованием основного варианта сопоставления (с применением собак-детекторов, не задействованных ранее в исследовании).

Вариант проведения исследования определяется исходя из особенностей материалов дела, соотношения количества изъятых и проверяемых запаховых объектов (следов), а также количества готовых к применению собак-детекторов требуемой специализации (выбирается схема применения, при которой собак-детекторов будет достаточно для исследования всех представленных на экспертизу объектов-следоносителей).

При планировании ольфакторного исследования учитываются также следующие обстоятельства:

если по исследуемым объектам ранее (вне зависимости от истекшего времени) проводились положительные диагностические или идентификационные исследования, то использовавшиеся в них собаки-детекторы, обозначившие данные объекты сигнальным поведением, не могут более применяться в ольфакторном исследовании этих объектов;

собаки-детекторы применяются через некоторое время (не менее часа) после выгула, до кормления; перед применением каждая из собак должна быть осмотрена: применение больных животных, а также находящихся в угнетенном или излишне возбужденном состоянии не допускается;

если собака-детектор по запаху одного из проверяемых лиц отметила в сравнительном ряду своим сигнальным поведением пробу с исследуемого объекта, то не допускается ее применение для исследования этой пробы по запаху другого проверяемого лица;

собранные с исследуемых и вспомогательных объектов запаховые пробы, из которых будут составляться сравнительные ряды, следует выдерживать в закрытых банках не менее суток в зале проведения ольфакторного исследования для равномерного распределения в банках пахучих веществ, а также для выравнивания температуры и фоновых ольфакторных составляющих в помещении (это условие должно соблюдаться и для только что полученных запаховых проб, и для запаховых проб, вынутых из морозильных камер);

в идентификационном исследовании контрольные запаховые пробы для сравнительного ряда подбираются по аналогии с исследуемыми; при этом учитывается следующее: материал следоносителя; фоновые включения; концентрация пахучих веществ (при необходимости –

пол, возраст и другие особенности лиц, со следов которых отбирались запаховые пробы);

после каких-либо манипуляций с одним из объектов сравнительного ряда на любой стадии ольфакторного исследования (перемешивание салфеток в банке, перемена места объекта в ряду, подогрев или увлажнение пробы парами воды, открывание или закрывание банки) такие же действия должны быть выполнены и с другими объектами сравнительного ряда;

во время применения собаки-детектора эксперту для лучшего обзора происходящего, а также для оперативного управления процессом сопоставления запаховых проб и контакта с применяющим собаку специалистом следует находиться в том же помещении; в противном случае должна быть обеспечена возможность непосредственного визуального и голосового общения между экспертом и специалистом, применяющим собак-детекторов (не допускается наличие стекольной или иной перегородки между залом проведения ольфакторных исследований и комнатой расположения эксперта, управляющего исследованием);

кроме эксперта и применяющего собаку-детектора специалиста, в зале проведения ольфакторного исследования не должны находиться иные лица; лицам, чье присутствие при производстве судебной экспертизы допускается нормами уголовно-процессуального законодательства, по ходатайству лица – инициатора исследования может быть предоставлена возможность наблюдения за процессом ольфакторного исследования в реальном времени по монитору в одном из других помещений.

Схема идентификационного исследования должна удовлетворять следующим условиям.

1. Поиск с собаками-детекторами в сравнительном ряду запаховых следов проверяемого лица должен осуществляться по заданному к поиску запаху образцов, извлеченных из его крови, что обусловлено необходимостью использования в исследовании наиболее «чистых» источников индивидуализирующих субъектов пахучих веществ, т.е. максимально свободных от посторонних пахучих включений (бытовых, парфюмерных, производственных и других пахучих составляющих), а также пахучих веществ, происходящих от других лиц. Наличие таких включений в задаваемой собакам запаховой пробе может дезориентировать животное в поиске объектов по индивидуальному запаху субъекта и переключить внимание на поиск составляющей запахового

следа, не существенной для исследования [1]. Поэтому при задании к поиску собакам-детекторам запаха, извлеченного из обнаруженного на месте происшествия объекта с априорно неизвестными эксперту ольфакторными характеристиками, в процессе исследования может возникнуть описанное препятствие.

2. Используемые в исследовании эталонные пробы должны содержать в себе выявляемую экспертом ольфакторную характеристику (пахучие ингредиенты, индивидуализирующие субъекта), что призвано обеспечивать необходимую завершенность поискового поведения собак-детекторов и контроль над их ориентацией в выборе и сигнальном обозначении объектов сравнительного ряда по исследуемой экспертом характеристике, исключая ориентацию на другие запахи (например, общие запаховые составляющие исследуемого и эталонного объектов, не связанные с индивидуальным запахом субъекта).

3. Численное соотношение исследуемых объектов и контрольных запаховых проб в сравнительном ряду должно быть сведено к рациональному минимуму (определяемому из условий конкретного исследования). При подготовке сравнительного ряда (рядов) учитывают и число подлежащих анализу объектов, и количество собак-детекторов, пригодных на момент применения.

4. Диагностическая задача оценки изъятого объекта на наличие в нем запаховых следов человека должна решаться в зависимости от конкретной ситуации. Если исследованию подлежит большое число объектов (пять и более) или проверяемых по делу лиц (восемь и более), то оценку изъятых на месте происшествия объектов на наличие в них запаховых следов человека рекомендуется проводить на аналитической стадии исследования. Это позволит отобрать для идентификации только пригодные следоносители. В остальных случаях не рекомендуется начинать исследование с проверки наличия запаховых следов человека как биологического вида на предметах, изъятых с места происшествия, чтобы избежать нерационального истощения запаховых следов при диагностическом исследовании. В таких случаях оценку запаховых проб с исследуемых следоносителей на наличие запаховых следов человека целесообразно проводить как завершающий и необходимый этап в случае отрицательного результата идентификационного исследования. Выявление запаховых следов человека в анализируемых пробах делает возможным их дальнейшее исследование в случае назначения дополнительных экспертиз (с предоставлением образцов

для сравнения от других проверяемых лиц). Установление отсутствия запаховых следов человека в запаховых пробах с исследовавшихся предметов исключает необходимость их хранения и использования.

Нейтрализация действия пахучих помех, возможно, содержащихся в исследуемых запаховых следах, заключается в подготовке к идентификационному исследованию запаховых проб, подлежащих сравнению. Для этого обеспечивается следующее:

максимальная унификация исследуемых и контрольных запаховых объектов сравнительного ряда по внешнему виду, материалу следоносителя, концентрации, фоновым включениям и т.д.;

получение качественных и достаточных сравнительных запаховых образцов из крови проверяемых лиц;

построение работы по распознаванию запахов проверяемых лиц в размещенных в сравнительном ряду пробах с исследуемых запаховых следов по задаваемым собакам-детекторам к поиску запаховым образцам из крови проверяемых лиц, а не наоборот;

обязательное присутствие в сравнительном ряду эталонной пробы с запахом, задаваемым собаке-детектору к поиску (обеспечение контроля над сигнальным поведением животного и требуемой поисковой мотивации).

Составление сравнительного ряда проводят в соответствии с характером исследуемых объектов и сравнительных образцов, учитывая материал объекта, возможную концентрацию пахучих веществ, давность оставления следа, время хранения предметов и собранных запаховых проб до исследования. Каждому исследуемому объекту (в том числе и сравнительным образцам из крови и пота проверяемых лиц) в сравнительном ряду должно соответствовать, как правило, не менее 2–3 вспомогательных объектов, схожих с ним по пахучему фону и другим характеристикам запаховых следов человека.

Ольфакторное исследование проводят с участием двух специалистов:

первый специалист определяет последовательность размещения, смены запаховых проб в сравнительном ряду и предъявления их собакам-детекторам; фиксирует их сигнальное поведение и другие реакции;

второй специалист управляет собаками-детекторами: дает нюхать пробы с задаваемым для поиска запахом; в ходе равномерной проводки по сравнительному ряду добивается тщательного обнюхивания животным всех объектов ряда; по сигналу первого специалиста дает собаке-детектору подкормку-лакомство (при каждом обозначении эталонной и только при повторном обнаружении исследуемой запаховой пробы).

### *Аналитическая стадия*

Раздельное изучение изъятых запаховых следов и образцов, представленных для сравнения:

проверка объектов сравнительного ряда (как исследуемых, так и контрольных) на наличие пахучих помех<sup>1</sup>;

оценка функциональной пригодности применяемых собак-детекторов.

Для решения этих задач по ходу исследования проводят тест каждого подготовленного ряда и применяемых собак-детекторов.

Тестирование (испытание, проверка) заключается в контрольном выявлении эталонного для этой проверки объекта – запахового образца человека, не причастного к происшествию, в подготовленном сравнительном ряду с каждой собакой-детектором, используемой в исследовании. Исходным к поиску при этом служит запаховый образец, полученный от этого же человека. Сигнальное поведение собаки-детектора только в отношении эталонной пробы (при индифферентном отношении к исследуемым и прочим объектам сравнительного ряда) свидетельствует о ее нормальном функциональном состоянии и отсутствии препятствий для дальнейшего выявления искомым ольфакторных характеристик исследуемых объектов с применением этого животного в данном сравнительном ряду.

Исследуемые запаховые пробы и сравнительные образцы из пота и крови проверяемых лиц должны тестироваться на наличие аттрактивных компонентов (привлекающих собаку-детектора) в тех же сравнительных рядах, в которых запланировано их дальнейшее идентификационное исследование.

В случае сигнального или ориентировочного поведения собаки-детектора у исследуемого объекта или сравнительного образца пота или крови проверяемого лица необходимо определить причину повышенной заинтересованности животного (наличие пахучей помехи, резкое отличие по концентрации, запаховому фону от других объектов ряда, наличие запаховых фоновых включений, общих с исходным объектом) и принять меры по ее устранению. При воспроизведении сигнального поведения или устойчивых ориентировочных реакций собаки-детектора на исследуемую пробу дальнейшее ее исследование с использо-

---

<sup>1</sup> На аналитической стадии объекты, поступившие на экспертизу (в том числе сравнительные образцы), могут быть также проверены на наличие запаховых следов человека как биологического вида (см. типовую методику на с. 124).

ванием данной собаки-детектора не проводят (учитывается стойкий характер памяти). Выравнивание концентрации пахучих веществ и фоновых добавок в объектах сравнительного ряда происходит за счет добавления, исключения из его состава или модификации контрольных объектов ряда; при этом не допускается какая-либо модификация исследуемых запаховых проб. Если после принятых мер вторая собака-детектор выделяет исследуемый запаховый объект сигнальным или ориентировочным поведением, то это свидетельствует о наличии на объекте неустранимой пахучей помехи, вследствие чего экспертом делается вывод о невозможности проведения идентификационного ольфакторного исследования с применением данного объекта, так как даже при его использовании в качестве образца, исходного к поиску, получение достоверных результатов невозможно: запаховая проба, содержащая пахучую помеху и используемая в качестве эталона, не гарантирует надежности «положительного» контроля.

Пригодность жидкой крови, поступающей в качестве источника сравнительных образцов проверяемых лиц (в шприцах, пробирках), в большинстве случаев определяется отсутствием в образцах крови антикоагулянтов и визуально различимых процессов свертывания. До получения запаховых проб поступившие на исследование жидкие образцы крови проверяемых лиц незамедлительно выливаются на стерильные марлевые салфетки и просушиваются на них при комнатной температуре в течение суток.

Если на исследование в качестве сравнительного материала поступила трупная кровь, то извлеченные из нее запаховые пробы в первоочередном порядке должны быть проверены на наличие запаха человека, и только при его выявлении они могут быть использованы в идентификационном исследовании в качестве источника индивидуального запаха проверяемого лица.

### *Сравнительная стадия*

Сопоставление запаховых проб известного происхождения (сравнительных образцов) с запаховыми пробами, происхождение которых не установлено (с объектов, изъятых на месте происшествия).

Для «отрицательного» контроля в сравнительном ряду размещаются запаховые пробы, полученные из модельных объектов с запаховыми образцами лиц, не причастных к происшествию (контрольные или вспомогательные пробы); для «положительного» контроля –

эталонная запаховая проба, характеризующаяся индивидуальным запахом проверяемого лица. Если для проведения идентификационного исследования кроме образцов крови проверяемого лица на ольфакторное исследование представлены сравнительные образцы его пота, то для контроля качества и сопоставимости данных образцов (после их обязательного тестирования на наличие пахучих помех) в сравнительный ряд для первых двух применяемых собак-детекторов размещают (по вектору проводки животного) запаховую пробу, полученную из пота проверяемого лица, а затем между вспомогательными запаховыми пробами – запаховую пробу, полученную из крови того же проверяемого лица. Если применяемая в данных условиях собака-детектор обозначает сигнальным поведением запаховую пробу с представленного образца пота, то ее проводку по ряду заканчивают. Затем запаховую пробу, полученную из крови проверяемого лица, убирают из сравнительного ряда и продолжают использовать в качестве эталонной запаховую пробу, полученную из пота проверяемого лица. Если собака-детектор не обозначает сигнальным поведением запаховую пробу с представленного образца пота, то ее доводят до запаховой пробы, полученной из крови проверяемого лица; после обозначения собакой этой запаховой пробы проводку собаки по ряду заканчивают, а запаховую пробу из пота проверяемого лица удаляют из сравнительного ряда (в этом случае эталонной пробой в сравнительном ряду будет запаховая проба из крови проверяемого лица). Размещение в сравнительном ряду более одного эталонного объекта на всех стадиях ольфакторного исследования не допускается.

При размещении в сравнительном ряду исследуемые объекты чередуют с контрольными. Не допускается размещения подряд двух и более исследуемых объектов (включая эталонную пробу) во избежание возможного игнорирования собакой-детектором последовательно расположенных объектов с искомыми ольфакторными характеристиками, а также «переноса» ее сигнальных реакций на последовательно стоящие исследуемые и эталонный объекты.

Как на аналитической стадии, так и в сравнительном исследовании собак-детекторов применяют по следующему алгоритму. Емкости с объектами располагают в металлических штативах, закрывающих пояснительные надписи на банках (для исключения неумышленного влияния на работу собаки-детектора со стороны управляющего ею специалиста). Перед каждым пуском собаки-детектора на поиск

заданного запаха объекты сравнительного ряда расставляют заново, что обеспечивает случайный порядок их расположения; до проявления сигнальных реакций собаки-детектора применяющего ее специалиста об этом порядке не информируют (для чистоты эксперимента).

Каждую применяемую собаку-детектора проводят вдоль сравнительного ряда из десяти открытых емкостей, расположенных по кругу и отстоящих друг от друга на расстоянии не менее одного метра, для поочередного обнюхивания помещенных в них запаховых проб. При обнаружении пробы с заданным к поиску запахом собака-детектор принимает выработанную дрессировкой сигнальную позу – садится (ложится) у этого объекта. Способность собаки-детектора воспринимать, сохранять в памяти и узнавать запахи тестируют выявлением с ее использованием соответствующих эталонных запаховых проб (дубликаты задаваемых к поиску проб или запаховые пробы со следоносителей, характеризующихся исследуемым признаком). Одновременно осуществляют контроль посредством повторного выбора-узнавания пробы с заданным к поиску запахом при изменении места ее расположения среди объектов сравнительного ряда. Сигнальное поведение собаки-детектора при обнаружении заданного к поиску запаха проверяют с использованием других собак-детекторов: специалист на всех стадиях ольфакторного исследования проводит собаку-детектора по сравнительному ряду, начиная с контрольной запаховой пробы, через исследуемые пробы и заканчивая эталонным объектом (который всегда завершает поведение животного), подкрепляя сигнальное поведение собаки-детектора на эталонную пробу.

При интерпретации сигнального поведения собак-детекторов, зафиксированного в ходе проведения тех или иных стадий экспертного исследования, учитываются его контролируемость, выраженность и воспроизводимость.

Контролируемость сигнального поведения собаки-детектора – это тестирование адекватности проявляемых ею сигнальных реакций по отношению к ходу и условиям эксперимента.

Выраженность (наглядность) сигнальных реакций собаки-детектора – это возможность их однозначной трактовки всеми участниками судебного разбирательства, что не требует наличия у них специальных знаний. Это обеспечивается полнотой и завершенностью сигнального поведения, проявляемого животным: сигнальная реакция каждой применяемой в исследовании собаки-детектора на эталонную запаховую

пробу является эталоном (стандартом) по качеству своего проявления в сигнальном обозначении искомого запаха в сравнительном ряду.

Воспроизводимость сигнального поведения определяется степенью его повторяемости каждой применяемой собакой-детектором в отдельности, а также всеми применяемыми в исследовании собаками при изменении расположения запаховых проб в сравнительном ряду. Оценка экспертом воспроизводимости сигнального поведения примененными в исследовании собаками-детекторами позволяет выявить закономерность проявления их сигнального поведения и нивелировать индивидуальные поведенческие особенности каждого используемого животного, обеспечивая этим статистическую достоверность получаемых результатов.

### *Заключительная стадия*

Оценка условий и особенностей проведенного исследования; аналитическое сопоставление результатов, полученных на различных этапах исследования. На основе оценки и анализа эксперты аргументируют ответы на вопросы, поставленные на их разрешение инициатором исследования, и формулируют выводы по результатам проведенного исследования.

При оценке результатов учитываются внешний вид объектов и их упаковки, сохранность запаховых следов на объектах (интенсивность и длительность контакта с субъектом слеодообразования, удерживающие свойства следоносителя, время выветривания, своевременность представления объектов на исследование), а также использовавшийся способ сбора запаховых проб и условия их хранения до исследования.

О пригодности сравнительных образцов судят по их относимости к проверяемому субъекту, качественности (чистоте от случайных (сопутствующих) запаховых примесей) и достаточности. При наличии веских причин (например, при отсутствии образцов крови в качестве источника для получения сравнительного материала) может быть аргументирован вывод о невозможности решения поставленного вопроса.

Результаты применения собаки-детектора учитываются только при выполнении обязательных требований: воспроизводимом нахождении собакой эталонного запахового объекта, размещенного в ряду для контроля, при отсутствии сигнальных реакций на другие контрольные объекты сравнительного ряда.

### **Формулирование выводов эксперта**

По завершении исследования на основании обобщения результатов, полученных на разных его этапах, а также данных, зафиксированных в этограммах (протоколах исследования с регистрацией расположения объектов сравнительного ряда, применения и сигнального поведения животных) или на видеозаписи проведенного исследования, формулируется вывод о наличии (или отсутствии) тождества источника происхождения сопоставлявшихся запаховых следов с места происшествя и сравнительных запаховых образцов от проверявшихся субъектов.

Вывод может быть категорический положительный, категорический отрицательный, вероятный положительный либо о невозможности решения вопроса (при недостаточном количестве или качестве запаховых следов или образцов для исследования).

В обосновании категорических положительных и вероятных выводов приводятся статистические данные о достоверности выявленного факта (ссылка на них). Заключение эксперта сопровождается таблицами контрольных образцов, использовавшихся для составления соответствующих сравнительных рядов; таблицами сопоставимости объектов по индивидуализирующему фактору, выявленной в процессе исследования; этограммами или видеоматериалами ольфакторного исследования.

Категорический положительный вывод (на исследуемом объекте выявлены запаховые следы проверяемого лица) делается при наличии достаточной совокупности выявленных совпадающих свойств и отсутствии необъясненных различающихся, когда в процессе ольфакторного исследования установлено, что идентификационные признаки являются неповторимыми и присущими единичному объекту.

Категорическое положительное заключение о наличии на исследуемом объекте запаховых следов проверяемого лица дается на основе анализа подконтрольного эксперту сигнального поведения применяемых в исследовании собак-детекторов при следующих обязательных условиях:

наличие качественных и достаточных запаховых образцов из крови проверяемого субъекта;

функциональная пригодность используемых в исследовании собак-детекторов на каждый момент их применения и правильность ориентации животных на поиск и сигнальное обозначение объектов сравнительного ряда по искомой ольфакторной характеристике;

отсутствие неустранимых пахучих помех в исследуемых запаховых следах и сравнительных запаховых образцах проверяемого субъекта;

наличие воспроизводимого сигнального поведения каждой применявшейся в исследовании собаки-детектора на соответствующую эталонную и исследуемую запаховые пробы при отсутствии ее сигнальных реакций на контрольные объекты сравнительного ряда;

воспроизведение полученных результатов со статистически обоснованным количеством (не менее трех) применявшихся собак-детекторов при смене мест расположения объектов в сравнительном ряду [7].

Если в процессе идентификационного ольфакторного исследования на объекте выявлены запаховые следы проверяемого лица, то поставленная инициатором исследования промежуточная задача по установлению на объекте запаховых следов человека как биологического вида считается решенной без проведения дополнительных диагностических исследований, поскольку индивидуализирующий и видовой факторы в запаховых следах человека взаимообусловлены.

*Пример.* На представленной на исследование перчатке выявлены запаховые следы гр-на Кузьмина К.В.

Категорический отрицательный вывод (на изъятых объектах не выявлено запаховых следов проверяемого лица) делается при отсутствии в проверяемом объекте искомых ольфакторных характеристик, что выявляется посредством анализа подконтрольного эксперту сигнального поведения применяемых в исследовании собак-детекторов при следующих обязательных условиях:

наличие качественных и достаточных запаховых образцов из крови проверяемого субъекта;

функциональная пригодность используемых в исследовании собак-детекторов на каждый момент их применения и правильность ориентации животных на поиск и сигнальное обозначение объектов сравнительного ряда по индивидуальному запаху человека;

отсутствие неустранимых пахучих помех в исследуемых запаховых следах и сравнительных запаховых образцах проверяемого субъекта;

наличие воспроизводимого сигнального поведения каждой применявшейся в исследовании собаки-детектора на соответствующую эталонную запаховую пробу с искомой ольфакторной характеристикой и отсутствие сигнальных реакций собаки на контрольные и исследуемые объекты сравнительного ряда;

воспроизведение полученных результатов с двумя последовательно применявшимися собаками-детекторами при смене мест распо-

ложения эталонной, других контрольных и исследуемого объектов в сравнительном ряду.

При отрицательном результате идентификации исследуемый объект, на котором не выявлены запаховые следы проверяемого лица, обязательно исследуется на наличие запаховых следов человека как биологического вида (если такое исследование ранее не проводилось). Это необходимо для получения максимально полной информации об исследуемом объекте и решения вопроса о целесообразности дальнейшего хранения собранных с него запаховых проб и возможности их дополнительного идентификационного исследования.

*Пример.* На перчатке запаховых следов гр-на Кузьмина К.В. не выявлено.

**Вероятный положительный вывод** (на изъятых объектах выявлены запаховые следы человека, которые могут происходить от проверяемого лица) делается на основании довольно высокой степени вероятности установленного экспертом факта тождества [6]. Предположительное решение вопроса о тождестве допускает высокую степень вероятности тождества, граничащую с достоверностью его установления, но по тем или иным причинам не исключает противоположного суждения об устанавливаемом факте.

*Пример.* На перчатке, возможно, имеются запаховые следы гр-на Кузьмина К.В.

Вероятный вывод по результатам проведенных идентификационных исследований запаховых следов человека может быть сделан при недостаточности или некачественности материалов, предоставленных в распоряжение эксперта.

Недостаточность индивидуализирующих субъекта пахучих веществ на объектах, изъятых с места происшествия, выявляется в процессе идентификационного исследования посредством анализа закономерного слабовыраженного, а в отдельных случаях – не воспроизводимого с той или иной собакой-детектором, но подконтрольного сигнального поведения применяемых животных на исследуемый объект. Это может быть следствием истощения запахового объекта в процессе исследования, вызванного рассеиванием пахучих веществ (при их исходной низкой концентрации), что иногда приводит к невозможности воспроизведения результатов, полученных на предыдущих этапах ольфакторного исследования, с применением других собак-детекторов. В этом случае среднестатистическая оценка выявленного факта не является бесспорно значимой для категорического положительного ответа на вопрос о тождестве. Это относится и к случаям получения

подконтрольного воспроизводимого сигнального поведения на исследуемый объект от менее чем статистически обоснованного количества собак-детекторов (например, от двух из трех примененных животных).

Для разграничения вероятного и категорического положительно го результата используются имеющиеся вероятностно-статистические расчеты [7].

Вывод о невозможности решения вопроса делается, когда эксперт не может дать ответ на поставленный вопрос. В этом случае в исследовательской части приводятся аргументированные причины, не позволяющие ответить на вопрос, например:

наличие на представленных к исследованию объектах визуально различных следов органического разложения (гниение, плесень, наличие резкого гнилостного запаха), процесс которого приводит к полной утрате на объектах, возможно, имевшихся запаховых следов человека;

обугливание всей поверхности представленного объекта;

отсутствие качественных, достаточных и достоверных по происхождению образцов крови проверяемых лиц;

отсутствие на объектах, представленных для проведения идентификационного исследования, запаховых следов человека как биологического вида;

наличие на представленных объектах или в запаховых образцах из крови проверяемого лица неустранимых пахучих помех – включений, привлекающих внимание применяемых собак-детекторов;

отказ инициатора исследования дать разрешение на повреждение объекта для извлечения пахучих веществ из его фрагмента.

#### *Примеры.*

1. Провести исследование по выявлению запаховых следов гр-на Борисова В.Б. на представленной на исследовании туфле не представилось возможным из-за наличия на ней плесневых образований, уничтожающих индивидуализирующие человека пахучие вещества.

2. Провести исследование пистолета с маркировкой «БК 2615» на наличие запаховых следов гр-на Ковалева Е.Н. не представилось возможным, так как в образцах его трупной крови отсутствуют индивидуализирующие гр-на Ковалева Е.Н. пахучие вещества.

3. Провести исследование кепки на наличие запаховых следов гр-на Чихачева Г.Н. не представилось возможным, так как образцы пота проверяемого лица и кепка представлены в общей упаковке, завернутыми в пакеты из полимерной пленки, что не препятствовало переходу на кепку пахучих веществ, индивидуализирующих гр-на Чихачева Г.Н.

4. Провести исследование шарфа на наличие запаховых следов гр-ки Петровой Т.П. не представилось возможным из-за наличия на нем неустранимых пахучих помех.

5. Провести исследование чехла мобильного телефона на наличие запаховых следов гр-на Глебова Г.Г. не представилось возможным из-за наличия в образцах крови гр-на Глебова Г.Г. неустранимых пахучих помех.

### Литература

1. *Алишунаст-Левина Н.Г., Шиканов В.И.* Об использовании собак-ищеек в следственной работе. Вопросы борьбы с преступностью // Труды Иркутского госуниверситета. – Т. 85. Серия юридическая. – Ч. 4. – Иркутск, 1970.

2. *Гриценко В.В., Обидин А.Б., Старовойтов В.И.* Влияние фактора времени на образование, сохраняемость и возможность исследования запаховых следов человека. – М.: ЭКЦ МВД России, 2000.

3. Исследование запаховых следов человека / Под ред. Т.Ф. Моисеевой, В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

4. *Кисин М.В., Петранек Г., Сулимов К.Т. и др.* Использование консервированного запаха в раскрытии преступлений. – Москва – Берлин: ВНИИ МВД СССР – КИ ННП МВД ГДР, 1983.

5. *Кисин М.В., Сулимов К.Т., Старовойтов В.И.* Проведение кинологической идентификации запаха, извлеченного из крови и волос человека. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1986.

6. *Колдин В.Я.* Судебная идентификация. – М., 2002. – С. 197, 274, 276, 517.

7. *Панфилов П.Б.* Основные принципы обеспечения достоверности исследований запаховых следов человека с использованием собак-детекторов в судебной экспертизе. – М., 2007.

8. *Старовойтов В.И., Моисеева Т.Ф., Сергиевский Д.А., Панфилов П.Б., Саламатин А.В.* Физико-химические и биосенсорные методы в собирании пахучих следов и установлении пола человека. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2003.

9. *Старовойтов В.И., Мухин В.М., Зинкевич Э.П., Сулимов К.Т.* Устройство для извлечения летучих веществ. Авт. свид. № 1673176 от 01.05.1991.

10. *Стегнова Т.В., Сулимов К.Т., Старовойтов В.И., Гриценко В.В.* Установление некоторых диагностических признаков человека по запаховым следам. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

11. *Сулимов К.Т., Старовойтов В.И.* Использование запаховой информации с мест происшествий в раскрытии и расследовании преступлений. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.

# БОТАНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО (БОТАНИЧЕСКОГО) ПРОИСХОЖДЕНИЯ<sup>1</sup>

*Ю.М. Морзункова*

ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Отнесение объекта к определенной таксономической группе (семейству, роду, виду); определение ареала (области произрастания, распространения растения), возраста или стадии вегетации.

Выявление особенностей (индивидуализирующих признаков), появившихся как результат случайных обстоятельств, позволяющих отличить данный объект от другого объекта растительного происхождения, принадлежащего к той же таксономической группе (идентификационная задача).

Установление каких-либо состояний объекта, переменных или постоянных (физиологические, физические, морфологические особенности, фиксируемые в динамике), имеющих непосредственное отношение к событию преступления. Определение времени совершения конкретных действий по специфическим изменениям объектов растительного происхождения в соответствии с биологическими закономерностями; определение причинно-следственных связей (диагностическая задача).

### Объекты исследования

Растения и их части (в том числе многокомпонентные смеси из измельченного растительного сырья); споры и пыльца; грибы и лишайники<sup>2</sup>; изделия массового производства, сохранившие признаки объектов растительного происхождения (деревянные изделия, табачные изделия, курительные смеси и т.д.).

---

<sup>1</sup> Методика основана на ранее опубликованных материалах [1, 3, 8–10, 12, 14, 15].

<sup>2</sup> С точки зрения систематики грибы – самостоятельное царство эукариотных организмов (не являются растениями), а лишайники – симбиотические организмы, морфологическую основу тела которых образует гриб. Однако их исследование проводят в рамках ботанической экспертизы.

## Вопросы, решаемые экспертизой

Имеются ли на представленных предметах частицы растительного происхождения?

Какова природа вещества, представленного на исследование?

К какому семейству, роду, виду принадлежат представленные на исследование растения (фрагменты, частицы растений)?

Какова область произрастания растения, представленного на исследование?

Каков компонентный состав представленного вещества растительного происхождения?

Какова стадия развития (вегетации) растения, представленного на исследование?<sup>1</sup>

Каков возраст растения, представленного на исследование?<sup>2</sup>

Имеют ли представленные на исследование объекты растительного происхождения (фрагменты, частицы растений) общую родовую (групповую) принадлежность?

В каком сезоне (весна – лето; осень – зима) срублено исследуемое дерево, образцы которого представлены на исследование?

## Сущность методики

Установление природы объекта, а также фактов (фактических обстоятельств) диагностического, идентификационного и сравнительного характера на основе специальных знаний в области физиологии, систематики, морфологии и анатомии растений.

Выбор метода (или группы методов), а также технических средств (оборудования, инструментов, материалов и реактивов) осуществляется экспертом в каждом конкретном случае в зависимости от экспертной задачи с учетом количества, размера, состояния, морфологической принадлежности исследуемого объекта растительного (ботанического) происхождения.

## Оборудование, инструменты и материалы

Микроскоп для исследований в отраженном свете (увеличение от 10 до 150<sup>×</sup>).

Микроскоп для исследований в проходящем свете (увеличение от 100 до 600<sup>×</sup>).

<sup>1</sup> Для однолетних травянистых растений.

<sup>2</sup> Для многолетних растений, в частности, древесины.

Весы лабораторные электронные технические ( $\pm 0,01$  г), аналитические ( $\pm 0,0001$  г).

Встряхиватель лабораторный с набором сит (диаметр ячеек – 5,0–0,01 мм).

Центрифуга лабораторная.

Водяная баня. Электрическая песочная баня.

Микротом лабораторный.

Сушильный шкаф.

Муфельная печь.

Дистиллятор.

Электрическая плитка.

Горелка спиртовая.

Холодильник бытовой.

Ступки керамические с пестиками.

Набор скальпелей, пинцетов, препарировальных (препаровальных) игл, шпателей.

Лабораторная посуда (чашки Петри различных диаметров, эксикатор, колбы, стаканы, цилиндры, бюксы, пипетки и др.).

Стекла предметные, покровные.

Линейка измерительная, рулетка, штангенциркуль.

Реактивы для просветления и размягчения растительных тканей; заключающие среды (хлоралгидрат, щелочи, кислоты, спирт, глицерин, желатин).

Марлевый респиратор, резиновые и термостойкие перчатки, моющие средства, бумага «ватман», миллиметровая бумага, фильтровальная бумага.

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

Справочные материалы (научно-методическая литература, определители, гербарии, натурные коллекции семян, древесины и др.).

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Цифровой фотоаппарат.

В зависимости от экспертной ситуации список используемых технических средств может быть сокращен или дополнен.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с текстом документа о назначении исследования или экспертизы (отношение, постановление либо определение органов дознания, следствия или суда). Если экспертиза является повтор-

ной, – ознакомление с заключением первичной экспертизы. Уяснение вопросов, поставленных на разрешение эксперта. Установление наличия разрешения на полное или частичное уничтожение объектов либо изменение их внешнего вида или основных свойств (п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

2. Осмотр упаковок объектов: целостность, наличие оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей и подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях. Фото съемка общего вида упаковки.

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов перечню в тексте постановления о назначении экспертизы<sup>2</sup>. Установление необходимости запроса дополнительных материалов и сведений для производства экспертизы.

4. Осмотр объектов-носителей (при наличии) на предмет обнаружения частиц растительного (ботанического) происхождения и установления мест их локализации. Изъятие с помощью пинцета и препарировальных игл обнаруженных частиц растительного (ботанического) происхождения для их последующего исследования.

5. Фотосъемка общего вида объектов исследования (при необходимости – с объектами-носителями).

6. Определение размера, массы представленных объектов и/или их количества, а также цвета и запаха. При необходимости – предварительное высушивание объектов в лабораторных естественных условиях (при температуре 20–25 °С) или в сушильном шкафу (при температуре не выше 40 °С) для предотвращения гниения. Оценка степени сохранности объектов (наличие механических повреждений, гнилостных процессов и пр.).

7. Определение морфологической принадлежности объектов (принадлежности к определенному органу растения – листу, стеблю, корню и т.д.) – изучение объектов невооруженным глазом, с помощью лупы или в отраженном свете оптического микроскопа.

---

<sup>1</sup> В случае отсутствия разрешения на полное или частичное уничтожение объектов или изменение их внешнего вида, основных свойств – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> В случае несоответствия объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения, оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

8. Подбор методов исследования, позволяющих выявить диагностически значимые анатомо-морфологические признаки и установить таксономическую группу, к которой принадлежит исследуемый объект; определение последовательности действий, позволяющих решить поставленную экспертную задачу (задачи)<sup>1</sup>.

***Исследование травянистых растений и их частей***

*Совокупность признаков, характеризующих объект<sup>2</sup>*

Морфологические признаки:

тип соцветия, особенности строения цветка;

тип плода; строение семени (форма, характер поверхности, наличие приспособлений для распространения, тип и выраженность семенного рубчика, цвет и размер);

форма и строение листа (в том числе форма верхушки и основания листовой пластинки), тип жилкования, форма края листовой пластинки, способ прикрепления к стеблю;

вид стебля по направлению и способу роста, вид поперечного сечения, тип листорасположения, тип ветвления;

тип корневой системы, форма корней<sup>3</sup>; цвет поверхности и на изломе;

тип и характер повреждения насекомыми и грибами (при наличии таких повреждений).

Анатомические признаки:

форма покровных клеток, их взаиморасположение, расположение относительно жилок и листовой пластинки;

наличие или отсутствие устьиц; их форма, взаиморасположение относительно жилок и листовой пластинки, тип устьиц;

наличие или отсутствие трихом; их тип, структура, форма, взаиморасположение, распределение по растению, особенности строения трихомных оснований;

наличие или отсутствие секреторных клеток, железок, эндогенных вместилищ, млечников; их тип, форма, расположение;

наличие или отсутствие кристаллов (кристаллических включений); их форма, расположение;

---

<sup>1</sup> В зависимости от размера, количества, степени сохранности объектов, их морфологической принадлежности.

<sup>2</sup> Признаки характеризуют покрытосеменные (цветковые) растения; для высших растений, относящихся к другим отделам, аналогично описываются признаки строения их вегетативных и генеративных органов.

<sup>3</sup> Определяется при наличии сформировавшегося корня либо при наличии фрагмента, имеющего диагностически значимые признаки.

особенности проводящей системы;

наличие вторичных продуктов метаболизма, имеющих диагностическое значение (дубильных веществ, алкалоидов, гликозидов и др.).

Если предварительным осмотром (см. п. 7) установлено, что объект исследования является измельченной растительной массой, состоящей из нескольких растений, то объект разделяют на фракции с помощью пинцетов или набора сит (диаметр ячейки не менее 1 мм). Самую крупную фракцию делят на группы по морфологической принадлежности (по принадлежности к определенным органам растения), т.е. отдельно фрагменты листьев, отдельно фрагменты стеблей и т.д. Затем каждую группу по морфологическим признакам делят на подгруппы (например, среди фрагментов листьев отбирают в отдельные подгруппы листья цельнокрайние и листья с двоякопильчатым краем) и проводят их морфологическое исследование<sup>1</sup>.

Если объектом является целое растение или крупный фрагмент (состоящий как минимум из одного целого сформировавшегося органа), то его изучение также начинают с **морфологического исследования**. Для выявления морфологических признаков объекты изучают невооруженным глазом, с помощью лупы (увеличение  $10^{\times}$ ) и с использованием оптической микроскопии (в поле зрения оптического микроскопа в отраженном свете при увеличении от 10 до  $100^{\times}$ ).

Выявленные морфологические признаки анализируют для определения семейства, рода и вида растения.

Если исследуемые растения находятся в ювенильном периоде развития (молодые, не полностью сформировавшиеся, имеющие ювенильные признаки, отличающие их от взрослых растений) либо растительная масса сильно измельчена или подвержена гниению и морфологических признаков для определения таксономической группы недостаточно, то проводится **анатомическое исследование**<sup>2</sup>. Для выявления анатомических признаков используют оптическую микро-

---

<sup>1</sup> Морфологическое исследование – изучение особенностей внешнего строения объекта растительного происхождения с учетом онтогенеза и филогенеза для обнаружения в общей картине морфологических признаков специфических признаков, присущих только исследуемому растению и отличающих его от других растений.

<sup>2</sup> Анатомическое исследование – изучение строения объекта растительного происхождения на клеточном уровне для обнаружения в общей картине анатомического строения органов и тканей характерных диагностических признаков, присущих только исследуемому растению и отличающих его от других растений.

скопию: объекты, предварительно подготовленные к исследованию, изучают в поле зрения оптического микроскопа в проходящем свете при увеличении от 50 до 600<sup>x</sup>.

Подготовка объекта растительного происхождения к исследованию заключается в следующем. В зависимости от его морфологической принадлежности, размера и степени сохранности решается вопрос о необходимости размягчения и/или просветления тканей, выборе просветляющих реактивов, о методе изготовления препарата (приготовление срезов, изучение отдельных органов и тканей растений с поверхности, исследование элементов порошка), о выборе включающей жидкости. Цель подготовки – получение ясно различимой в поле зрения оптического микроскопа анатомической картины строения органов и тканей объекта. Для подготовки к анатомическому исследованию грубых частей растения (коры, плодов, семян, подземных органов, кожистых листьев) используют холодное размачивание, кипячение (горячее размачивание), размягчение во влажной камере, а также мацерацию.

Холодное размачивание (вариант 1): объект заливают смесью вода–глицерин–спирт (1:1:1) и выдерживают до полного пропитывания тканей жидкостью; время выдерживания – от 1 до 5 сут. (зависит от толщины и структуры тканей); для ускорения процесса размягчения сосуд с объектом можно поместить в сушильный шкаф или термостат, нагретый до температуры 60 °С.

Холодное размачивание (вариант 2): объект помещают в воду на 1–3 ч, затем переносят в смесь глицерина и спирта (1:1) или глицерин–вода–этанол (1:1:1), где выдерживают от 1 до 3 сут.; продолжительность размачивания тем дольше, чем тверже объект.

Размягчение во влажной камере: влажной камерой служит эксикатор, в который наливают дистиллированную воду; исследуемый объект не должен соприкасаться с водой, размягчение происходит за счет паров в атмосфере камеры; мягкие, тонкие объекты оставляют во влажной камере на сутки, твердые – на 2–3 сут.

Горячее размачивание: объект помещают в смесь вода–глицерин–спирт (1:1:1) и кипятят (при необходимости добавляют воду); кору и древесину кипятят в течение 3–15 мин (в зависимости от толщины и плотности); подземные органы растений – 10–30 мин (в зависимости от плотности и степени одревеснения тканей); плотные кожистые листья для размягчения и просветления кипятят в 3–5%-м растворе едкой

щелочи в течение 2–5 мин (в зависимости от толщины и плотности объекта), не допуская сильного размягчения; после кипячения содержимое выливают в чашку Петри или в фарфоровую чашку и тщательно отмывают водой. Плоды и семена можно размягчать способом распаривания: небольшое количество воды доводят до кипения, плоды или семена завязывают в марлю и подвешивают так, чтобы они находились в парах, но не погружались в воду; распаривание продолжается 15–30 мин или более в зависимости от твердости объекта.

Мацерация: очень твердые объекты (древесина, одревесневшие оболочки твердых плодов) кипятят в смеси Шульца: небольшие фрагменты объекта нагревают в пробирке в смеси 2 мл концентрированной азотной кислоты и 0,3 г бертолетовой соли до образования пены (очень осторожно, под тягой!) и оставляют на несколько минут до побеления объектов (объекты следует нагревать (кипятить) до состояния, когда при небольшом механическом воздействии (нажатии стеклянной палочкой) они разделяются на анатомические элементы; затем объекты несколько раз промывают водой, часть фрагментов отбирают на предметное стекло, разделяют иглами на отдельные элементы и заключают в глицерин (этот способ удобен для изучения отдельных элементов проводящих пучков и механических тканей). Для более мягких объектов (кора, стебли, кожистые листья) используют кипячение в 3–5%-м водном растворе щелочи в течение 30 мин либо нагревают объект в 25%-м растворе аммиака в течение 40 мин с последующим разделением препарировальной иглой.

Просветление тканей устраняет ряд клеточных включений, мешающих наблюдению (пигменты, хлорофилл и т.д.) и делает анатомическую картину более четкой. Характер среды, в которую помещают объект, имеет очень большое значение при работе с оптическим микроскопом: различные просветляющие жидкости могут оказывать химическое воздействие, что приводит к разрушению, растворению, обесцвечиванию всего «лишнего» в исследуемом объекте; физическое просветление может достигаться путем применения химически инертных, но оптически активных веществ, которые в результате создания определенных условий для прохождения света через препарат способствуют хорошей видимости деталей объекта.

В зависимости от природы объекта, плотности тканей, структуры клеток для просветления препаратов используют различные жидкости, которые обеспечивают видимость объекта и называются про-

светляющими. Среди просветляющих жидкостей и заключающих сред наиболее распространены: вода, глицерин, хлоралгидрат, щелочь и перекись водорода.

Вода наиболее часто используется как среда для временных препаратов, так как в воде не меняются форма, величина клеток, структура и окраска тканей; из-за низкого показателя преломления воды (1,3) неокрашенные объекты хорошо контрастируют, но эта среда не позволяет наблюдать самые мелкие детали.

Глицерин используется разведенным водой (1:1) (неразведенный глицерин отнимает у тканей воду, сморщивает и деформирует их) и относится к индифферентным жидкостям; по сравнению с водой глицерин имеет преимущество – ткани в нем долго не высыхают, поэтому его используют для постоянных препаратов.

Хлоралгидрат является одним из лучших просветляющих средств; он отличается способностью быстро проникать в ткани, при этом воздух вытесняется, жирные и эфирные масла сначала сливаются в более крупные капли, затем постепенно растворяются; белковые вещества, хлорофилл и другие включения разрушаются; темноокрашенные ткани светлеют; кристаллы остаются без изменения. Применяют хлоралгидрат в виде раствора: 20 частей хлоралгидрата растворяют при нагревании в 5 частях воды и добавляют 5 частей глицерина, чтобы хлоралгидрат не выкристаллизовывался; препарат, помещенный в раствор хлоралгидрата, обычно подогревают, иногда дают слегка вскипеть; это усиливает и ускоряет просветляющее действие реактива.

Щелочь применяется в виде водных растворов, концентрация и продолжительность действия которых определяются свойствами объекта (обычно используют 3–5%-й раствор, редко – 10–15%-й). Раствор щелочи – сильное просветляющее средство: находясь в щелочи, оболочки клеток сильно набухают и легко разрываются при надавливании, вследствие чего теряется представление об их истинных размерах (однако в экспертной практике размеры клеток, как правило, не являются диагностически значимым признаком). Из щелочей используют КОН, NaOH, реже раствор аммиака; последний имеет то преимущество, что не вызывает сильного разбухания оболочек клетки.

Перекись водорода используют в виде 3%-го раствора (в более высокой концентрации перекись водорода действует не только как просветляющий, но и как мацерирующий реактив).

После соответствующей подготовки объекта из него готовят микропрепарат. Способ изготовления микропрепарата зависит от морфологической принадлежности объекта и его состояния (цельное, резаное, фрагментарное, порошкообразное).

С целых объектов и их фрагментов (если размер фрагмента не менее  $3 \times 3 \times 3$  мм) изготавливают продольные и поперечные срезы. Срезы делают острым инструментом, исключающим возможность разрыва и смятия элементов строения (используют скальпель, опасную бритву или микротом). Подготовленный срез помещают на предметное стекло в заключающую жидкость (воду или глицерин) и накрывают покровным стеклом.

При работе с листьями и соцветиями методом эпидермального анализа (анатомическое исследование эпидермы растений) исследуют покровную ткань с поверхности. Если лист толстый и кожистый, то отделяют верхний и нижний эпидермис с помощью препарировальных (препаровальных) игл и скальпеля. Объект исследования делят на две части (для изучения адаксильной и абаксильной стороны), помещают на предметное стекло в заключающую жидкость (воду или глицерин) и накрывают покровным стеклом.

При исследовании порошка (сильно измельченного объекта растительного происхождения с размером частиц менее 0,1 мм) на предметное стекло наносят 2–3 капли раствора хлоралгидрата или 2–3%-й раствор едкого натра, куда помещают небольшое количество исследуемого порошка, взятого на кончике препарировальной иглы, предварительно смоченной этим раствором; размещивают иглой порошок, накрывают покровным стеклом и прогревают 2–3 мин для просветления тканей (допускается легкое закипание жидкости). После остывания препарата покровное стекло слегка двигают по предметному, чтобы частицы порошка легли более тонким слоем, не накрывая друг друга.

Микропрепарат исследуют в поле зрения оптического микроскопа в проходящем свете и анализируют вместе с выявленными ранее морфологическими и анатомическими признаками для определения семейства, рода и вида растения.

Если для определения таксономической группы анатомо-морфологических признаков недостаточно, то в качестве дополнительного метода исследования используется гистохимический анализ (качественные химические реакции на выявление углеводов – сахаров, крахмала, слизи и т.д., вторичных продуктов метаболиз-

ма – дубильных веществ, алкалоидов, гликозидов, кристаллических включений и т.д.). Исследование проводится с привлечением эксперта-химика.

### ***Исследование древесных растений и их частей***

*Совокупность признаков, характеризующих объект*

#### Морфологические признаки (с учетом онтогенеза):

форма и строение листа, тип жилкования, форма края листовой пластинки, способ прикрепления к стеблю;

особенности строения коры и корки;

особенности внешнего строения древесины (наличие и выраженность ядра; степень выраженности годичных колец, сердцевинных лучей; цвет, блеск, запах, текстура);

тип соцветия, особенности строения цветка;

тип плода, строение семени (форма, характер поверхности, наличие приспособлений для распространения);

тип и характер повреждения насекомыми или грибами при наличии таких повреждений.

#### Анатомические признаки древесины:

строение трахеид, форма их поперечных сечений, характер перехода от ранней к поздней древесине; строение смоляных ходов (для древесины хвойных);

распределение сосудов по годичному слою – тип древесины, строение члеников сосудов, тип перфорации (для древесины лиственных);

строение пор, их количество на стенках сосудов, трахеид в поле перекреста;

наличие или отсутствие спиральных утолщений;

строение и расположение сердцевинных лучей;

строение основной массы древесины.

При исследовании листьев хвойных деревьев необходимо анализировать следующие основные анатомо-морфологические признаки:

форма поперечного сечения хвоинки;

строение верхушки;

жесткость;

особенности расположения устьиц;

особенности строения проводящей системы<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Перечень анатомо-морфологических признаков листьев, цветов, соцветий, плодов и семян древесных растений см. на с. 160, 170–171.

Объект исследования осматривают невооруженным глазом, с помощью лупы или в отраженном свете оптического микроскопа при увеличении до  $20\times$ . Определяют, чем является объект, – фрагментом растения или фрагментом деревянного изделия (по форме, наличию следов обработки, наслоений ЛКП)<sup>1</sup>. Фиксируют размер, форму, наличие (или отсутствие) повреждений. Описывают имеющиеся морфологические признаки (проводят морфологическое исследование). Метод (методы) дальнейшего исследования выбирают в зависимости от размера объекта и степени его сохранности.

*Объект исследования является фрагментом (фрагментами) древесины размером более  $3\times 3\times 3$  мм*

Если морфологическим исследованием выявлено недостаточно признаков для определения систематической группы, то проводят анатомическое исследование (изучение анатомического строения исследуемого объекта). Для этого древесину размягчают (используя холодное или горячее размачивание) и готовят поперечные (торцевые) и продольные (радиальные и тангенциальные) срезы. Торцевой срез производится в плоскости, перпендикулярной оси ствола (ветви, побега). Радиальный срез производится в продольном направлении в плоскости, проходящей через сердцевину ствола по радиусу торца. Тангенциальный срез производится в продольном направлении в плоскости, проходящей по касательной к окружностям, образованным слоями годичного прироста<sup>2</sup>.

При изготовлении срезов правильность их направления проверяют в поле зрения оптического микроскопа в проходящем свете (увеличение  $100\times$ ); при необходимости направление корректируют. По каждому исследуемому объекту по возможности изготавливают 9–12 препаратов, т.е. по 3–4 препарата из срезов, сделанных в каждом направлении. Срезы делают острым инструментом, исключаящим разрыв и смятие элементов строения (используют скальпель, опасную бритву или микротом). Толщина среза не должна превышать 15 мк (на более

<sup>1</sup> Методы исследования древесины являются деструктивными, поэтому их применение приведет к потере следов машин и механизмов, а также наслоений на поверхности объекта (если таковые имеются). Это необходимо учитывать, если в дальнейшем объект будет исследоваться экспертами-трасологами или экспертами-химиками.

<sup>2</sup> Иные направления среза искажают анатомическую картину, что приводит к потере диагностически значимых анатомических признаков.

толстых срезах элементы строения древесины накладываются друг на друга, что сильно искажает картину анатомического строения). Подготовленный срез помещают на предметное стекло в заключающую жидкость (воду или глицерин) и накрывают покровным стеклом.

Подготовленные срезы исследуют с помощью оптической микроскопии (в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении от 100 до 400<sup>x</sup>): изучают анатомическое строение и анализируют вместе с выявленными ранее морфологическими и анатомическими признаками для определения семейства, рода и вида растения.

*Объект исследования является фрагментом (фрагментами) древесины размером менее 3×3×3 мм либо форма объекта не позволяет произвести поперечные и продольные срезы*

Исследование проводят методом мацерации (см. с. 163). Объект помещают в мацерирующую жидкость и нагревают (либо кипятят) до растворения веществ межклеточной пластинки (ткань должна распадаться на структурные элементы без повреждения стенок самих клеток). Затем объект исследования промывают в дистиллированной воде и изучают анатомическое строение структурных элементов в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении от 100 до 400<sup>x</sup>, анализируя анатомические признаки.

Основные признаки, лежащие в основе определения таксономической группы хвойных пород по мацерированному материалу:

тип и число пор на поле перекреста (в мацерированном материале поры полей перекреста представлены отпечатками различных типов пор, расположенных вертикальными рядами друг над другом по высоте трахеиды);

наличие или отсутствие спиральных утолщений; их тип, угол наклона спирали;

поровость радиальных стенок трахеид; тип расположения пор на них (равномерное, неравномерное, диффузное, концевое, срединное, одно-, двух-, многорядное);

тип окончаний трахеид (вильчатые, чулкообразные, клювовидные, игловидные);

высота сердцевинного луча (в мацерированном материале определяется по числу оставшихся углублений на радиальных стенках трахеид, соответствующих по форме и величине лучевым клеткам,

соприкасающимся с данной трахеидой; число выемок: малое – 1–7; среднее – 8–15; большое – более 15);

наличие или отсутствие вертикальных смоляных ходов (в мацерированном материале они представлены в виде отпечатков овальной формы, полых колец);

наличие или отсутствие горизонтальных смоляных ходов (на мацерированном материале они представлены в виде полых вздутий, соответствующих по форме и величине сердцевинному лучу, содержащему смоляной ход);

наличие или отсутствие тяжелой паренхимы; ее тип (лентовидная в виде цепочек, состоящих из ряда клеток, или отдельные клетки).

Если из перечисленных признаков обнаружено только 2–3, а поры полей перекреста выражены слабо, то возможно констатировать лишь принадлежность исследуемой древесины к хвойным породам (не более).

Основные признаки, лежащие в основе определения таксономической группы лиственных пород по мацерированному материалу:

наличие члеников сосудов; их форма, размеры, строение клювиков;

тип поровости члеников сосудов; расположение пор на стенках члеников сосудов (островное, сплошное диффузное, сетчатое, комбинированное);

число пор по ширине сосуда: малое – 2–5; среднее – 5–10; большое – более 10;

наличие или отсутствие спиральных утолщений на стенках сосудов; характер утолщений; угол наклона спиралей;

характер перфораций (простая, лестничная); число перекладин лестничной перфорационной пластинки: малое – 8–10; среднее – 10–12; большое – более 12;

общий вид волокон либриформа или волокнистых трахеид (число выемок на волокне); характер либриформа (перегородчатый, неперегородчатый);

наличие или отсутствие клеток тяжелой древесной паренхимы; ее тип (лентовидная, цилиндрическая, веретенновидная, в виде цепочек).

Основными диагностически значимыми элементами являются членники сосудов: если в мацерированном материале они встречаются фрагментарно, без явно выраженных сопутствующих признаков, то возможно констатировать лишь принадлежность исследуемой древесины к лиственным породам (не более).

*Объект исследования является фрагментом (фрагментами) обугленной древесины (подвергшейся термическому воздействию, но не утратившей полностью признаков клеточного строения)*

Хрупкость обугленной древесины (древесного угля) исключает возможность изготовления из него срезов без предварительного укрепления. Для укрепления используют два способа:

1) объект исследования помещают в спирт (для вытеснения воздуха) не более чем на 1 сут., затем отмывают и помещают в сосуд с расплавленным глицерин-желатином, где выдерживают от 1 до 3 сут. при температуре 50–60 °С (в зависимости от степени повреждения древесины). После этого объект переносят в спирт или в 4%-й водный раствор формалина и для уплотнения – в раствор глицерин-желатина (6 частей желатина, 10 частей воды, 40 частей глицерина);

2) объект исследования помещают на 3–4 ч в закрытый сосуд с бензином или ксилолом для удаления воздуха, затем туда добавляют кусочки парафина с температурой плавления не выше 60 °С и оставляют на 1 сут. в открытом сосуде при температуре 60–70 °С. Уголь вместе с жидким парафином помещают в формочку (можно из бумаги), смазанную глицерином (парафин должен покрывать уголь).

После укрепления объекта готовят поперечные (торцевые) и продольные (радиальные и тангенциальные) срезы с его поверхности. Подготовленные срезы исследуют с помощью оптической микроскопии (в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении от 100 до 200<sup>×</sup>): изучают анатомическое строение, анализируют сохранившиеся после термического воздействия анатомические признаки и относят исследуемый объект к лиственной либо хвойной древесине или какой-либо таксономической группе.

### ***Исследование плодов и семян***

*Совокупность признаков, характеризующих объект*

#### Морфологические признаки:

тип плода;

форма и очертание семян;

характер поверхности;

окраска;

строение основания у семян; особенности семенного рубчика;

наличие или отсутствие выростов (прицепки, щетинки, шипы и др.);

выравненность, выполненность, консистенция, пленчатость (для семян культурных растений);

вес 1000 семян; их линейные размеры (длина, ширина, толщина).

Анатомические признаки:

строение покровных тканей, семенной оболочки;

строение зародыша;

особенности эндосперма;

вид запасных питательных веществ; строение алейроновых, крахмальных зерен.

Для определения морфологических признаков объект исследования (плод, семя, зерновую массу, смесь семян) изучают невооруженным глазом, с помощью лупы или в отраженном свете оптического микроскопа (увеличение до 50<sup>х</sup>). Если объект исследования представляет собой смесь различных семян (плодов), то их разделяют по морфологическим признакам на группы и каждую группу изучают отдельно. Вес 1000 зерен определяют в трехкратной повторности (показатель определяется при наличии достаточного количества объекта исследования).

Очертание определяется с широкой стороны семени двумя измерениями (длина и ширина), которые характеризуют положение семени в проекции на плоскости; в других случаях необходимо делать оговорку (например, очертание со стороны спинки, брюшка или боковой стороны). Форма определяется соотношением трех измерений (длины, ширины и толщины). В отдельных случаях положение семени на плоскости вызывает различное представление о форме (например, семя подмаренника цепкого со стороны спинки или брюшка представляется почти шаровидным, а с боковой стороны – почковидным); в таких случаях проводится двойное описание формы. Длинной в ботаническом определении считается расстояние от основания семени (т.е. от семенного рубчика) до противоположной стороны – вершины или спинки; шириной считается расстояние между боковыми сторонами (перпендикулярно длине). В отдельных случаях ширина может быть больше длины семени.

Если для определения систематической группы морфологических признаков недостаточно, то анализируются анатомические признаки (проводят анатомическое исследование). Для этого объект размягчают (способы размягчения на с. 162–163), готовят продольные и поперечные срезы и изучают с помощью оптической микроскопии (в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении от 100 до

200<sup>×</sup>). Для изучения строения алейроновых и крахмальных зерен содержимое семени после размягчения извлекают с помощью препарировальной иглы, помещают на предметное стекло и изучают в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении 200<sup>×</sup>. Затем анализируют вместе выявленные морфологические и анатомические признаки для определения семейства, рода и вида растения.

### ***Исследование спор и пыльцы***

*Совокупность признаков, характеризующих объект*

Форма и очертание.

Симметрия и полярность.

Размер.

Строение экзины.

Особенности апертур (борозды, поры, оры).

Скульптура, текстура.

Споры и/или пыльцу выделяют из объектов исследования<sup>1</sup>, помещают на предметное стекло, фиксируют с помощью воды или глицерина (при необходимости подкрашивают) и изучают с использованием оптической микроскопии (в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении от 200 до 600<sup>×</sup>). Затем анализируют выявленные признаки для определения семейства или рода растения.

### ***Исследование грибов и лишайников***

*Совокупность признаков, характеризующих объект*

Форма, строение и размер таллома, плодового тела.

Цвет таллома, плодового тела.

Субстраты (питательные вещества), используемые для развития.

Типы гиф.

Строение органов репродуктивной фазы.

Морфологическое исследование грибов, образующих плодовые тела, и талломов лишайников проводят, изучая объекты невооруженным глазом, с помощью лупы и в отраженном свете оптического микроскопа (увеличение до 50<sup>×</sup>).

---

<sup>1</sup> Как правило, объекты, содержащие споры и/или пыльцу, исследуют в рамках судебной почвоведческой экспертизы (для описания биоценоза), экспертизы пищевых продуктов (один из показателей при исследовании меда), а также экспертизы наркотических средств растительного происхождения (при исследовании гашиша, плодовых тел грибов, содержащих псилоцин и/или псилоцибин).

Если выявленных морфологических признаков недостаточно для определения таксономической группы, то проводят анатомическое исследование (изучают строение гиф и органов репродуктивной фазы) методом мацерации. В качестве мацерирующей жидкости используют воду или 5%-й раствор щелочи. Мацерированный материал промывают, помещают на предметное стекло в каплю воды и изучают с помощью оптической микроскопии (в проходящем свете оптического микроскопа при увеличении от 200 до 400<sup>×</sup>). Мицелий грибов, не образующих плодовые тела, соскабливают с объектов-носителей или отделяют от субстрата с помощью скальпеля или препарировальной иглы, помещают на предметное стекло в каплю воды и изучают с использованием оптической микроскопии (при тех же условиях).

9. Сравнение анатоμο-морфологических признаков, выявленных у объекта исследования, с данными, приведенными в научно-методической литературе, и на их основании определение таксономической группы, к которой принадлежит объект (семейство, род, вид).

10. Установление ареала (области распространения, произрастания; биоценоза) исходя из таксономической группы объекта исследования по данным, приведенным в научно-методической литературе<sup>1</sup>.

Определение возраста или стадии вегетации, а также состояния объекта (физиологических и физических особенностей, фиксируемых

---

<sup>1</sup> Следует отметить, что при производстве судебной ботанической экспертизы используются несколько типов литературных источников:

а) учебники, учебные пособия по общей ботанике, ее основным разделам (анатомии и морфологии) и по сопредельным научным дисциплинам (например, дендрологии, фармакогнозии, микологии). Данные литературные источники (любое издание, предназначенное для высших учебных заведений) содержат информацию по общим вопросам анатоμο-морфологического исследования растений;

б) справочники, определители, атласы, содержащие информацию по систематике растений (т.е. анатоμο-морфологическое описание конкретного растения определенного семейства, рода, вида с данными по месту произрастания (ареалу)). Желательно использовать региональные издания (например, «Определитель высших растений Сахалина и Курильских островов». – Л.: «Наука», 1974) и методики исследования конкретных растений различных таксономических групп (например, «Атлас анатомического строения коры сосновых СССР». – М.: ВНИИСЭ, 1978);

в) справочники и учебники по физиологии, растениеводству и другим дисциплинам, содержащие информацию о росте и развитии конкретного растения в динамике (любое издание, предназначенное для высших учебных заведений).

в динамике), имеющего непосредственное отношение к событию преступления, по степени выраженности морфологических и анатомических признаков (т.е. анализ онтогенетической изменчивости, наличия ювенильных признаков и т.д.).

11. Определение индивидуализирующих признаков, появившихся вследствие случайных обстоятельств, позволяющих отличить исследуемый объект от другого объекта растительного (ботанического) происхождения, принадлежащего к той же таксономической группе<sup>1</sup>. Это могут быть как природные факторы – повреждение насекомыми-вредителями, гнилостные изменения, морозобоины, реакция на агротехнические приемы и т.д., так и антропогенные факторы – наличие наслоений ЛКП, ГСМ, следы машин и механизмов, следы от пожара (обугленная древесина). Выявленные антропогенные факторы также могут служить основанием для назначения по этим же объектам других видов экспертиз.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический вывод формулируется при установлении таксономической группы, если выявлен весь комплекс диагностически значимых анатомо-морфологических признаков объекта исследования, а также при наличии (отсутствии) родовых, групповых или индивидуализирующих признаков, указывающих на общую родовую или общую групповую принадлежность объектов при сравнительном исследовании.

Общая родовая принадлежность в судебной ботанической экспертизе – принадлежность исследованных объектов растительного (ботанического) происхождения к определенной таксономической единице.

Общая групповая принадлежность в судебной ботанической экспертизе – принадлежность исследованных объектов растительного (ботанического) происхождения одного таксона и состояния к искусственной или естественной совокупности, выделенной по наличию каких-либо признаков с учетом конкретных обстоятельств.

---

<sup>1</sup> Установление перечисленных в пп. 10 и 11 характеристик объекта исследования проводится только при постановке следователем соответствующего вопроса.

*Пример.* Объект исследования представляет собой фрагмент древесного (хвойного) растения, принадлежащего семейству сосновые (Pinaceae), роду ель (Picea) виду корейская (Picea koraiensis N.).

Вероятный вывод формулируется при обнаружении совокупности диагностически значимых анатомо-морфологических признаков, не достаточной для формулирования категорического вывода.

*Пример.* Вещество растительного происхождения представляет собой измельченные листья и стебли травянистого растения, принадлежащего семейству лилейные (Liliaceae), роду чемерица (Veratrum), предположительно виду чемерица Лобеля (Veratrum lobelianum Bernh.).

Вывод о невозможности решения вопроса (НПВ) формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

у объекта исследования отсутствуют индивидуализирующие признаки;

состояние объекта исследования не позволяет определить диагностически значимые анатомо-морфологические признаки либо признаки, указывающие на растительное происхождение объекта (при наличии механических или биологических повреждений, описанных и зафиксированных экспертом).

*Пример.* Определить таксономическую принадлежность (семейство, род, вид) частицы растительного происхождения не представляется возможным ввиду малых размеров (частица менее 2 мм), отсутствия диагностически значимых анатомических признаков, характерных для определенного семейства, рода (вида) растений, а также высокой степени разложения и деформации (сохранилась преимущественно механическая ткань).

## Литература

1. Барыкина Р.П. и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М., 2004.
2. Громадин А.В., Матюхин Д.Л. Дендрология. – М., 2009.
3. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. – М., 1977.
4. Ищенко Е.П., Топорков А.А. Криминалистика: Учебник. – Изд. 2-е, испр. и доп. / Под ред. Е.П. Ищенко. – М., 2005.
5. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений / Пер. с англ. – М., 1974.

6. *Коровкин О.А.* Анатомия и морфология высших растений: Словарь терминов. – М., 2007.
7. *Моргункова Ю.М., Ожегов К.С.* Объекты растительного происхождения как источники розыскной и доказательственной информации // Экспертная практика. – № 62. – М.: ЭКЦ МВД России, 2007.
8. *Мюллер Э., Леффлер В.* Микология / Пер. с нем. – М., 1995.
9. *Никитин А.А., Панкова И.А.* Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений. – М., 1982.
10. Практикум по анатомии и морфологии растений / Под ред. Л.Н. Дорохиной. – М., 2001.
11. Словарь основных и специальных терминов судебно-ботанической экспертизы / Отв. ред. Е.И. Гольграф. – М., 1988.
12. Судебно-экспертное исследование некоторых объектов биологического происхождения. – М., 1980.
13. Теория судебно-биологической экспертизы. – М., 1986.
14. *Федоров А.А., Артюшенко З.Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений. – Л., 1979.
15. *Фурс Г.Г.* Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. – М., 1979.
16. *Эзау К.* Анатомия семенных растений / Пер. с англ. – М., 1980.
17. Эксперт: Руководство для экспертов / Под ред. Т.В. Аверьяновой, В.Ф. Статкуса. – М., 2003.
18. *Яковлев Г.П., Челомбитько В.А.* Ботаника. – М., 1990.

# **БУХГАЛТЕРСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОХОДА ОТ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИССЛЕДУЕМОГО ЛИЦА**

*Э.Ф. Мусин, С.В. Ефимов, Т.А. Лукашова, С.В. Лукашов*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Определение суммы дохода, полученного исследуемым лицом в результате осуществления им финансово-хозяйственной деятельности без регистрации или без лицензии в случаях, когда такая лицензия обязательна.

### **Объекты исследования**

Регистры аналитического и синтетического учета (журналы-ордера; журналы операций; карточки счетов; главная книга; ведомости с записями проводок, остатков и оборотов по счетам (совокупности счетов) и др.).

Первичные учетные документы (товарные накладные; акты выполненных работ (оказанных услуг); платежные поручения и др.), иные первичные документы (договоры и деловая корреспонденция, раскрывающие сущность финансово-хозяйственных операций).

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы (протоколы участников уголовного судопроизводства, заключения экспертов других специальностей, черновые записи<sup>1</sup>).

### **Вопрос, решаемый экспертизой**

Какова сумма дохода, полученного ООО «Тополь» (ИНН 7712528852) от выполнения строительно-монтажных работ согласно муниципальному контракту № 1 от 01.02.2012 г. за период с 01.02.2012 г. по 30.06.2012 г.?

---

<sup>1</sup> Иные материалы уголовного дела могут использоваться в ходе судебно-экономической экспертизы, если содержащиеся в них данные представлены лицом, ведущим производство по уголовному делу, в качестве исходных с соответствующей оговоркой в установочной части постановления о назначении экспертизы.

*Примечание.* Не подлежат разрешению в рамках экспертизы вопросы, касающиеся определения ответственности и вины лиц, а также размера материального ущерба.

### **Сущность методики**

Определение суммы дохода, полученного исследуемым лицом в результате осуществления им финансово-хозяйственной деятельности без регистрации или без лицензии в случаях, когда такая лицензия обязательна.

#### **Последовательность действий эксперта<sup>1</sup>**

1. Ознакомление с представленными объектами исследования – материалами дела.

2. Анализ достаточности объектов исследования; в случае их недостаточности – заявление ходатайства о предоставлении необходимых дополнительных документов.

3. Изучение документов, определяющих организационно-правовую форму исследуемого лица и применяемого им режима налогообложения.

4. Определение экономического содержания операций путем извлечения из объектов исследования сведений о финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица.

5. Определение дохода, полученного исследуемым лицом в результате осуществления им финансово-хозяйственной деятельности.

---

<sup>1</sup> Порядок проведения исследования и объекты, необходимые для разрешения экспертных задач, связанных с определением сумм дохода, зависят от наличия государственной регистрации (в соответствии с Федеральным законом «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей» [9]), организационно-правовой формы исследуемого лица и применяемого им режима налогообложения, данные о которых устанавливаются на основании регистрационных документов и сведений из налогового органа. При невозможности предоставления таких документов перечисленные сведения об исследуемом лице должны быть указаны следователем в качестве исходных данных в постановлении о назначении экспертизы либо сообщены дополнительно и отражены в исследовательской части заключения.

**Определение доходов юридических лиц,  
зарегистрированных в установленном порядке**

*Порядок определения суммы доходов,  
полученных коммерческими (кроме кредитных  
и страховых организаций) и некоммерческими  
(кроме государственных (муниципальных) учреждений)  
организациями, применяющими режим налогообложения,  
отличный от УСН*

В соответствии с Федеральным законом «О бухгалтерском учете» № 129-ФЗ [7] правила формирования в бухгалтерском учете информации о доходах коммерческих<sup>1</sup> (кроме кредитных и страховых) и некоммерческих<sup>2</sup> (кроме государственных (муниципальных) учреждений) организаций<sup>3</sup>, применяющих режим налогообложения, отличный от УСН, установлены Положением по бухгалтерскому учету «Доходы организации» ПБУ 9/99 [12]<sup>4</sup> с учетом норм Гражданского кодекса Российской Федерации [1].

Определение и признание доходов

В соответствии с п. 2 ПБУ 9/99 доходами организации признается увеличение экономических выгод в результате поступления активов (денежных средств, иного имущества) и/или погашения обязательств, приводящее к увеличению капитала этой организации, за исключением вкладов участников (собственников имущества).

ПБУ 9/99 (п. 4) подразделяет доходы организации на доходы от обычных видов деятельности и прочие доходы (прочие поступления).

Доходами от обычных видов деятельности в соответствии с п. 5 ПБУ 9/99 являются выручка от продажи продукции и товаров и поступления, связанные с выполнением работ, оказанием услуг<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Юридические лица, являющиеся коммерческими организациями, могут создаваться в форме хозяйственного товарищества (полное товарищество, товарищество на вере (коммандитное товарищество) и хозяйственного общества (общество с ограниченной или с дополнительной ответственностью, открытое или закрытое акционерное общество), производственного кооператива, государственного и муниципального унитарного предприятия [1].

<sup>2</sup> Юридические лица, являющиеся некоммерческими организациями (далее – НКО), могут быть созданы в форме потребительского кооператива, фонда, общественной или религиозной организации (объединения), частного или государственного (муниципального) учреждения, а также в других формах [1].

<sup>3</sup> Далее – организация.

<sup>4</sup> Далее – ПБУ 9/99.

<sup>5</sup> Далее – выручка.

Согласно п. 6 ПБУ 9/99 выручка принимается к бухгалтерскому учету в сумме, исчисленной в денежном выражении, равной величине поступления денежных средств и иного имущества и/или величине дебиторской задолженности (с учетом положений п. 3 ПБУ 9/99).

В соответствии с п. 3 ПБУ 9/99 не признаются доходами организации следующие поступления:

- сумм налога на добавленную стоимость, акцизов, экспортных пошлин и иных аналогичных обязательных платежей;

- по договорам комиссии, агентским и иным аналогичным договорам в пользу комитента, принципала и др.;

- в порядке предварительной оплаты продукции, товаров, работ, услуг;

- авансов в счет оплаты продукции, товаров, работ, услуг;

- задатка;

- в залог, если договором предусмотрена передача заложенного имущества залогодержателю;

- в погашение кредита, займа, предоставленного заемщику.

Если величина поступления покрывает лишь часть выручки, то выручка, принимаемая к бухгалтерскому учету, определяется как сумма поступления и дебиторской задолженности (в части, не покрытой поступлением) (п. 6 ПБУ 9/99).

Прочие доходы организации определяются с учетом положений раздела III ПБУ 9/99.

Пунктом 5 Положения по бухгалтерскому учету «Учетная политика организации» ПБУ 1/2008 [16] установлено, что факты хозяйственной деятельности организации относятся к тому отчетному периоду, в котором они имели место, независимо от фактического времени поступления или выплаты денежных средств, связанных с этими фактами.

В соответствии с п. 12 ПБУ 9/99 выручка признается в бухгалтерском учете при условии, что право собственности (владения, пользования и распоряжения) на продукцию (товар) перешло от организации к покупателю или работа принята заказчиком (услуга оказана).

Моментом возникновения права собственности у приобретателя вещи по договору в соответствии со ст. 223 ГК РФ является момент ее передачи, если иное не предусмотрено законом (отчуждение имущества подлежит государственной регистрации) или договором.

В соответствии с п. 12 ПБУ 9/99, начиная с годовой бухгалтерской отчетности за 2010 г., субъекты малого предпринимательства,

за исключением эмитентов публично размещаемых ценных бумаг (открытых акционерных обществ<sup>1</sup>), вправе признавать выручку по мере поступления денежных средств от покупателей независимо от перехода права собственности на продукцию (работы, услуги).

Начиная с годовой бухгалтерской отчетности за 2012 г., социально ориентированным НКО также дано право признавать выручку в порядке, аналогичном установленному для субъектов малого предпринимательства, за исключением ОАО (п. 12 ПБУ 9/99).

Таким образом, моментами признания в бухгалтерском учете доходов являются следующие.

1. Дата передачи продукции (выполнения работы, оказания услуги)<sup>2</sup>.

Для определения суммы полученного дохода необходимо установить стоимость отгруженной в исследуемом периоде продукции (выполненной работы, оказанной услуги) на основании документов, подтверждающих факт их передачи (с учетом положений п. 3 ПБУ 9/99)<sup>3</sup>.

2. Дата полной (или частичной) оплаты отгруженной продукции (выполненной работы, оказанной услуги)<sup>4</sup>, если условиями договора с особым порядком перехода права собственности предусмотрен переход покупателю права собственности на переданную ему продукцию (выполненную работу, оказанную услугу) после полной оплаты (или по мере поступления частичной оплаты).

Для определения суммы полученного дохода (с учетом положений п. 3 ПБУ 9/99) необходимо:

а) в случае перехода права собственности на дату полной оплаты – установить сумму полной оплаты (с учетом частичной оплаты, поступившей в периоде, предшествовавшем исследуемому), соответствующей стоимости ранее отгруженной продукции (выполненной работы, оказанной услуги), окончательный расчет за которую произведен в исследуемом периоде. То есть в бухгалтерском учете исследуемой организации доход будет признан (произведена запись по кредиту счета 90.1 «Выручка») на полную стоимость отгруженной продукции только после ее полной оплаты (проведения окончательного расчета);

б) в случае перехода права собственности по мере поступления частичной оплаты – установить сумму поступившей в исследуемом

---

<sup>1</sup> В соответствии с Федеральным законом от 22 апреля 1996 г. № 39-ФЗ «О рынке ценных бумаг» (ст. 2) и ГК РФ (ст. 97).

<sup>2</sup> Далее – «по отгрузке».

<sup>3</sup> Порядок расчета суммы дохода, полученного организацией, признающей доход «по отгрузке» (см. с. 204–206).

<sup>4</sup> Далее – «по оплате».

периоде частичной оплаты за ранее отгруженную (в том числе в периоде, предшествовавшем исследуемому) продукцию (выполненную работу, оказанную услугу). То есть в бухгалтерском учете исследуемой организации доход будет признаваться (посредством записей по кредиту счета 90.1 «Выручка») по мере поступления частичной оплаты за ранее отгруженную продукцию<sup>1</sup>.

3. Дата поступления денежных средств от покупателя (заказчика) независимо от перехода права собственности – для субъектов малого предпринимательства, за исключением ОАО (начиная с годовой бухгалтерской отчетности за 2010 г.), а также социально ориентированных НКО (начиная с годовой бухгалтерской отчетности за 2012 г.).

Для определения суммы полученного дохода необходимо установить сумму поступившей в исследуемом периоде оплаты (в том числе авансов и предоплаты) независимо от момента отгрузки продукции (выполнения работ, оказания услуг) с учетом положений п. 3 ПБУ 9/99.

Суммы денежных средств, поступивших в качестве авансов и предоплаты, также признаются доходами перечисленных организаций в связи с тем, что для признания доходов в бухгалтерском учете им не требуется соблюдать условие о переходе права собственности.

4. Дата государственной регистрации имущества – если отчуждение имущества подлежит государственной регистрации.

5. Иная дата или обстоятельство, предусмотренные законом или договором.

Таким образом, в исследуемом периоде организация может применять одновременно разные способы признания выручки (например, заключать договоры, предусматривающие различные моменты возникновения права собственности у приобретателя) в отношении разных по характеру и условиям выполнения работ, оказания услуг, изготовления изделий.

#### Объекты исследования

1. Документы, отражающие сведения о государственной регистрации и организационно-правовой форме организации<sup>2</sup>.

2. Документы из налогового органа о применяемом организацией режиме налогообложения<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Порядок расчета суммы дохода, полученного организацией, признающей доход «по оплате» (см. с. 204–206).

<sup>2</sup> Обязательны для исследования. При отсутствии таких документов сведения о моменте признания дохода в бухгалтерском учете (в разрезе видов деятельности, договоров, контрагентов) должны быть указаны следователем в качестве исходных данных в постановлении о назначении экспертизы либо сообщены дополнительно.

3. Документы, отражающие сведения о моменте признания доходов в бухгалтерском учете: учетная политика; договоры (контракты, соглашения), заключенные с каждым контрагентом<sup>1</sup>.

4. Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица (например, рабочий план счетов).

5. Документы, содержащие сведения о суммах НДС, предъявленных покупателю: счета-фактуры, корректировочные счета-фактуры, журналы учета полученных и выставленных счетов-фактур, книги продаж, регистры бухгалтерского учета по счетам 68 «Расчеты по налогам и сборам», 90-3 «Налог на добавленную стоимость», 91-2 «Прочие расходы», книги покупок контрагентов<sup>2</sup>.

При признании дохода в бухгалтерском учете «по отгрузке»

6. Документы, подтверждающие факт отгрузки продукции (работ, услуг)<sup>3</sup>:

первичные учетные документы: товарная накладная, акт о приемке выполненных работ, справка о стоимости выполненных работ и затрат и др.;

регистры бухгалтерского учета (синтетического и аналитического): карточки счетов, журналы-ордера и иные регистры по счетам 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками», 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами», 90 «Продажи» (субсчет 90-1 «Выручка»), 91 «Прочие доходы и расходы» (субсчет 91-1 «Прочие доходы») и др.

7. Документы, подтверждающие поступление оплаты за отгруженную продукцию (работу, услуги)<sup>4</sup>, необходимые для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих факт отгрузки продукции (работ, услуг):

при проведении расчетов в наличной форме: кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы;

<sup>1</sup> Обязательны для исследования. При отсутствии таких документов сведения о моменте признания дохода в бухгалтерском учете (в разрезе видов деятельности, договоров, контрагентов) должны быть указаны следователем в качестве исходных данных в постановлении о назначении экспертизы либо сообщены дополнительно.

<sup>2</sup> Необходимы для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих факт отгрузки/оплаты продукции (работ, услуг) при определении сумм НДС, предъявленных покупателям (заказчикам).

<sup>3</sup> Обязательны для исследования.

<sup>4</sup> Не обязательны для исследования.

при проведении расчетов в безналичной форме: выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях, с приложенными первичными платежными документами; иные банковские документы<sup>1</sup>;

при проведении расчетов в неденежной форме: вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26].

При признании дохода в бухгалтерском учете «по оплате»  
(по договору с особым порядком перехода права собственности)

8. Документы, подтверждающие факт отгрузки продукции (работ, услуг), указанные в п. 6<sup>2</sup>.

9. Документы, подтверждающие поступление оплаты за отгруженную продукцию (работу, услуги), указанные в п. 7<sup>2</sup>.

При признании дохода в бухгалтерском учете  
по мере поступления денежных средств  
(для субъектов малого предпринимательства,  
за исключением ОАО, а также социально ориентированных НКО)

10. Документы, подтверждающие поступление оплаты за продукцию (работу, услуги), указанные в п. 7<sup>2</sup>.

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы (протоколы следственных и судебных действий, в том числе протоколы допросов участников уголовного судопроизводства, материалы «чернового» или неофициального учета и т.п.), исследуются при наличии в них сведений, характеризующих особенности отражения информации, указанной в представленных объектах исследования.

#### Особенности определения доходов

А. В случае выставления покупателю счета-фактуры с выделением суммы НДС лицами, являющимися плательщиками НДС при реализации товаров (работ, услуг), не подлежащих налогообложению, сумма НДС, предъявленная покупателям, определяется как сумма налога, указанная в счете-фактуре [2, п. 5 ст. 173]<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Определять сумму поступивших/списанных денежных средств только на основании первичных платежных документов без сопоставления с выписками (справками) недопустимо.

<sup>2</sup> Обязательны для исследования.

<sup>3</sup> Далее – НК РФ.

Б. В случае отсутствия выделенных сумм НДС в документах, отражающих отгрузку/оплату продукции (работ, услуг), суммы НДС, предъявленные продавцом покупателям (заказчикам), определяются на основании иных документов, содержащих сведения о суммах НДС, а в случае их непредставления, в том числе по заявленному ходатайству, рассчитываются экспертом самостоятельно в соответствии с положениями главы 21 НК РФ [2].

В. Организации, применяющие систему налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей (единый сельскохозяйственный налог)<sup>1</sup> [2, ст. 346.1], а также систему налогообложения в виде единого налога на вмененный доход для отдельных видов деятельности<sup>2</sup> [2, ст. 346.26], не признаются налогоплательщиками НДС, за исключением НДС, подлежащего уплате в случаях, предусмотренных статьями.

Однако в случае выставления покупателю счета-фактуры с выделением суммы НДС лицами, не являющимися плательщиками НДС или освобожденными от исполнения обязанностей налогоплательщика, сумма НДС, предъявленная покупателям, определяется как сумма налога, указанная в счете-фактуре [2, п. 5 ст. 173].

Учитывая изложенное, в случаях отсутствия выделенных сумм НДС в представленных на исследование счетах-фактурах, выставленных организациями, применяющими ЕСХН и/или ЕНВД, недопустимо рассчитывать их самостоятельно.

Г. При определении суммы дохода или суммы, на которую в исследуемом периоде организацией было отгружено продукции (работ, услуг), недопустимо проводить исследование исключительно на основании выставленных счетов-фактур без сопоставления с документами, подтверждающими факт отгрузки продукции (работ, услуг).

Счет-фактура может выставляться в следующих случаях:

при реализации товаров (работ, услуг), передаче имущественных прав [2, п. 5 ст. 169], т.е. в момент отгрузки;

при получении оплаты, частичной оплаты в счет предстоящих поставок товаров (выполнения работ, оказания услуг), передачи имущественных прав [2, п. 5.1 ст. 169], т.е. в момент оплаты.

---

<sup>1</sup> Далее – ЕСХН.

<sup>2</sup> Далее – ЕНВД.

Поэтому на основании счетов-фактур невозможно категорически утверждать об отгрузке или оплате товаров (работ, услуг).

Таким образом, если для проведения исследования представлены только счета-фактуры, а документы, подтверждающие факт отгрузки продукции (работ, услуг), в распоряжении следствия отсутствуют, что указано в качестве исходных данных в постановлении о назначении экспертизы либо сообщено дополнительно, то в заключении эксперта необходимо следующее:

указать на невозможность определения доходов (или сумм, на которые отгружено продукции) в связи с отсутствием документов, подтверждающих факт отгрузки;

провести исследование на основании счетов-фактур, подробно описав их понятие, предназначение, случаи выставления и реквизиты;

указать в выводе: «Стоимость товаров (работ, услуг), имущественных прав, отраженных в представленных на исследование счетах-фактурах за период с 01.01.2012 г. по 30.06.2012 г., составляет: без учета НДС ... рублей, с учетом НДС ... рублей».

Д. При определении дохода, полученного организацией, признающей доход «по отгрузке», по сумме поступления денежных средств и дебиторской задолженности необходимо внимательно анализировать основания поступления денежных средств в оплату за отгруженную продукцию (даты товарных накладных, актов о приемке выполненных работ и др.), так как в исследуемом периоде денежные средства могли поступать как за продукцию, отгруженную в предшествующие периоды, доход от реализации которой был уже признан ранее, так и в качестве авансов и/или предоплаты в счет предстоящих поставок.

Е. Выводы заключения эксперта должны содержать краткие, четкие, однозначные ответы на все поставленные перед экспертом вопросы и отражать значимые по делу обстоятельства, установленные им в порядке экспертной инициативы [27, Прил. № 1, п. 32].

Таким образом, вывод эксперта по вопросу «Какая сумма дохода поступила в кассу и на расчетный счет № ... ООО «Тополь», открытый в АКБ «Банк», от выполнения строительно-монтажных работ согласно муниципальному контракту № 1 от 01.02.2012 г. за период с 01.02.2012 г. по 30.06.2012 г.?» в случае признания организацией дохода «по отгрузке» должен содержать сведения как об общей сумме дохода, полученного в результате выполнения строительно-монтажных работ, так и о суммах денежных средств, поступивших в кассу и на расчетный счет в оплату работ, выполненных в исследуемом периоде.

*Порядок определения суммы доходов,  
полученных некоммерческими организациями,  
являющимися государственными (муниципальными) учреждениями  
(кроме автономных учреждений, применяющих УСН)*

В соответствии с Федеральным законом «О бухгалтерском учете» № 129-ФЗ [7] общие требования, установленные к учету активов, обязательств, операций и полученным по ним финансовым результатам НКО, являющихся государственными (муниципальными) учреждениями<sup>1</sup> (кроме автономных учреждений, применяющих УСН<sup>2</sup>), содержатся в приказе Минфина России № 157н [20]<sup>3</sup>. Ранее действовали приказ Минфина России № 148н [18], а для автономных учреждений также приказ Минфина России № 94н [13].

На основе Единого плана счетов и Инструкции по его применению [20, п. 21 Прил. № 2]<sup>3</sup> государственными (муниципальными) учреждениями для ведения бухгалтерского учета также применяются следующие документы:

план счетов бюджетного учета и Инструкция по его применению [21] – казенными учреждениями;

план счетов бухгалтерского учета бюджетных учреждений и Инструкция по его применению [23] – бюджетными учреждениями;

план счетов бухгалтерского учета автономных учреждений и Инструкция по его применению [24] – автономными учреждениями.

В соответствии с п. 3 Инструкции по применению Единого плана счетов бухгалтерский учет государственными (муниципальными) учреждениями ведется методом начисления, согласно которому результаты операций признаются по факту их совершения независимо от того, когда получены или выплачены денежные средства (или их эквиваленты) при расчетах, связанных с осуществлением указанных операций.

---

<sup>1</sup> Государственными (муниципальными) учреждениями признаются учреждения (некоммерческие организации), созданные Российской Федерацией, субъектом Российской Федерации и муниципальным образованием для осуществления управленческих, социально-культурных или иных функций некоммерческого характера. Типами государственных, муниципальных учреждений признаются автономные, бюджетные и казенные [2, ст. 120; 5, ст. 9.1].

<sup>2</sup> УСН не вправе применять только казенные и бюджетные учреждения [2, пп. 17 п. 3 ст. 346.12].

<sup>3</sup> Далее – Инструкция по применению Единого плана счетов.

### Определение и признание доходов

В соответствии с п. 295 разд. V «Финансовый результат» Инструкции по применению Единого плана счетов для учета государственным (муниципальным) учреждением по методу начисления финансового результата текущей деятельности, определяемого как разница между начисленными доходами и начисленными расходами учреждения за отчетный период, предназначены счета 40110 «Доходы текущего финансового года» и 40120 «Расходы текущего финансового года». При этом оценка доходов производится по продажной цене, сумме сделки, указанной в договоре. Признание доходов осуществляется по методу начисления; дата признания определяется по дате перехода права собственности<sup>1</sup> на услугу, товар, готовую продукцию, работу.

На основании изложенного в бухгалтерском учете доход признается:

«по отгрузке»;

«по оплате»;

в день государственной регистрации имущества;

в иной день или при наступлении иных обстоятельств, предусмотренных законом или договором.

Порядок отражения в учете доходов от оказания платных услуг, расчетов по доходам, а также расчетов по обязательным платежам (в том числе НДС) в бюджеты бюджетной системы Российской Федерации устанавливается приказами Минфина России № 162н, 174н и 183н [21, 23, 24]. Согласно этим приказам при отражении операций по начислению доходов от оказания платных услуг применяется счет аналитического учета 040110130 «Доходы от оказания платных услуг» счета 040110000 «Доходы текущего финансового года»<sup>2</sup>.

В учете государственных (муниципальных) учреждений операции, связанные с признанием дохода от оказания платных услуг<sup>3</sup>, отражаются следующими бухгалтерскими записями:

начисление доходов от реализации товаров, готовой продукции, а также работ (услуг), осуществляемых учреждением в рамках разре-

---

<sup>1</sup> Устанавливается в соответствии со ст. 223 ГК РФ.

<sup>2</sup> Исправлено. В официальном тексте приказов Минфина № 174н и 183н (раздел 4 «Финансовый результат» инструкций по применению планов счетов, утвержденных приказами), вероятно, допущена опечатка: номер счета «Доходы текущего финансового года» 040110000, а не 040110100.

<sup>3</sup> Корреспонденция указана (в соответствии с п. 21 Инструкции по применению Единого плана счетов) в разрезе приносящей доход деятельности (код вида финансовой деятельности – 2).

шенных согласно Уставу учреждения видов деятельности, отражается по кредиту счета 240110130 «Доходы от оказания платных услуг» и дебету счета 220530000 «Расчеты по доходам от оказания платных работ, услуг» [24] /220530550 «Увеличение дебиторской задолженности по доходам от оказания платных услуг» [23] (на счете 20500 «Расчеты по доходам», содержащем аналитический код группы синтетического счета 30 «Расчеты по доходам от оказания платных работ, услуг» (счет 20530) и аналитический код 1 «Расчеты с плательщиками доходов от оказания платных работ, услуг» (счет 20531), учитываются расчеты по доходам от оказания платных работ, услуг, начисленных в момент возникновения требований к плательщикам, а также поступивших от плательщиков предварительных оплат<sup>1</sup>);

начисление НДС по доходам от произведенных продаж, выполненных работ, оказанных услуг, облагаемых в соответствии с налоговым законодательством Российской Федерации НДС [2], отражается по дебету счета аналитического учета счета 240110130 «Доходы от оказания платных услуг» и кредиту счета 230304000 «Расчеты по налогу на добавленную стоимость» [24] /230304730 «Увеличение кредиторской задолженности по налогу на добавленную стоимость» [23] (на счете 30300 «Расчеты по платежам в бюджеты», содержащем аналитический код 4 «Расчеты по налогу на добавленную стоимость» вида синтетического счета (счет 30304), учитываются расчеты с бюджетами бюджетной системы Российской Федерации по НДС, начисленному в соответствии с НК РФ<sup>2</sup>).

Показатель «Доход от оказания платных услуг (работ)» по операциям в рамках приносящей доход деятельности (строка 040 графа 5 Отчета о финансовых результатах деятельности (ф. 0503121) [25] / Отчета о финансовых результатах деятельности учреждения (ф. 0503721) [26]) отражается как сумма начисленных доходов, отраженных<sup>3</sup> по счету 240110130 «Доходы от оказания платных услуг (работ)» [25] (по кредиту счета 240110130 «Доходы от оказания платных услуг») [26] за минусом начисленных за счет этого дохода (по дебету счета 240110130) [26] сумм НДС на основании следующих документов:

---

<sup>1</sup> Раздел III. «Финансовые активы» Инструкции по применению Единого плана счетов.

<sup>2</sup> Раздел IV. «Обязательства» Инструкции по применению Единого плана счетов.

<sup>3</sup> В разрезе приносящей доход деятельности.

Инструкции о порядке составления и представления годовой, квартальной и месячной отчетности об исполнении бюджетов бюджетной системы Российской Федерации [25, пп. 95, 96];

Инструкции о порядке составления, представления и утверждения годовой, квартальной и месячной бухгалтерской отчетности государственных (муниципальных) бюджетных и автономных учреждений [26, пп. 51, 53].

Таким образом, суммы начисленного НДС по доходам от произведенных продаж, выполненных работ, оказанных услуг, облагаемые НДС в соответствии с НК РФ, не являются доходами.

Необходимо учитывать следующее:

приказ Минфина России № 191н [25] применяется, начиная с бюджетной отчетности на 01.02.2011 г. (ранее, начиная с 01.01.2009 г., действовал приказ Минфина России № 128н [17], который содержал аналогичный порядок отражения показателя «Доход от оказания платных услуг»);

приказ Минфина России № 33н [26] применяется, начиная с бухгалтерской отчетности за 2011 г.

В случае отсутствия выделенных сумм НДС в документах, отражающих отгрузку/оплату продукции (работ, услуг), суммы НДС определяются на основании иных документов, содержащих сведения о суммах НДС, а в случае их непредставления, в том числе по заявленному ходатайству, рассчитываются экспертом самостоятельно в соответствии с положениями главы 21 НК РФ [2].

Для обеспечения единого подхода к формированию рабочего плана счетов на 2011 г. автономными учреждениями и участниками бюджетного процесса, осуществляющими полномочия по ведению бюджетного учета, Минфином России (в связи с принятием приказов № 157н, 162н и 183н [20, 21, 24]) разработаны таблицы соответствия планов счетов бюджетного учета [28] и применяемых в 2010 и 2011 гг. планов счетов бухгалтерского учета для автономных учреждений [29].

#### Объекты исследования

1. Документы, отражающие сведения о государственной регистрации и организационно-правовой форме исследуемого лица<sup>1</sup>.

2. Документы из налогового органа о применяемом государственным (муниципальным) автономным учреждением режиме налогообложения<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

3. Документы, отражающие сведения о моменте признания дохода в бухгалтерском учете: учетная политика; договоры (контракты, соглашения), заключенные с каждым контрагентом<sup>1</sup>.

4. Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица (например, рабочий план счетов).

5. Документы, содержащие сведения о суммах НДС, предъявленных покупателю: счета-фактуры, корректировочные счета-фактуры, журналы учета полученных и выставленных счетов-фактур, книги продаж, книги покупок контрагентов, регистры по соответствующим счетам бухгалтерского учета (необходимы для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих факт отгрузки/оплаты продукции (работ, услуг).

При признании дохода в бухгалтерском учете «по отгрузке»

6. Документы, подтверждающие факт отгрузки продукции (работ, услуг)<sup>1</sup>:

– при ведении автономным учреждением бухгалтерского учета в соответствии с приказом Минфина России № 94н [13] (до 01.01.2011 г.): первичные учетные документы (товарная накладная, акт о приемке выполненных работ, справка о стоимости выполненных работ и затрат и др.); регистры бухгалтерского учета (карточки счетов, журналы-ордера и иные регистры по счетам 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками», 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами», 90 «Продажи» (субсчет 90-1 «Выручка»), 91 «Прочие доходы и расходы» (субсчет 91-1 «Прочие доходы») и др.);

– при ведении учреждением бухгалтерского учета в соответствии с приказами Минфина России № 157н [20] (после 01.01.2011 г.) и № 148н [18] (до 01.01.2011 г.): первичные учетные документы, отражающие начисление доходов от реализации товаров, готовой продукции, а также работ (услуг) (товарные отчеты и прилагаемые к ним первичные (сводные) учетные документы (товарные отгрузочные документы, счета (счета-фактуры) и др.); акты о приемке материалов; акты о списании материальных запасов (ф. 0504230); акты приема-сдачи выполненных работ (акты оказания услуг, заказ-наряды, иные первичные учетные документы, предусмотренные условиями договоров в рамках обычая делового оборота, подтверждающие фактическое исполнение учреждением работ (услуг); справки (ф. 0504833)); регистры бухгал-

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

терского учета (оборотная ведомость (ф. 0504036); карточка учета средств и расчетов (ф. 0504051); реестр карточек (ф. 0504052); многографная карточка (ф. 0504054); журналы операций (журнал операций расчетов с дебиторами по доходам, журнал операций расчетов с поставщиками и подрядчиками, журнал операций по прочим операциям) (ф. 0504071); главная книга (ф. 0504072)).

7. Документы, подтверждающие поступление оплаты за отгруженную продукцию (работу, услуги)<sup>1</sup>, необходимые для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих факт отгрузки продукции (работ, услуг):

– при ведении автономным учреждением бухгалтерского учета в соответствии с приказом Минфина России № 94н [13]: кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы (при проведении расчетов в наличной форме); выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; иные банковские документы (при проведении расчетов в безналичной форме); вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26] (при проведении расчетов в неденежной форме);

– при ведении учреждением бухгалтерского учета в соответствии с приказами Минфина России № 157н [20] (после 01.01.2011 г.) и № 148н [18] (до 01.01.2011 г.): кассовая книга (ф. 0504514); журнал операций по счету «Касса» (ф. 0504071), а также кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы (при проведении расчетов в наличной форме); журнал операций с безналичными денежными средствами (ф. 0504071), а также выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; иные бан-

---

<sup>1</sup> Не обязательны для исследования.

ковские документы (при проведении расчетов в безналичной форме); вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26] (при проведении расчетов в денежной форме).

При признании дохода в бухгалтерском учете «по оплате»  
(в соответствии с условиями договора)

8. Документы, подтверждающие факт отгрузки продукции (работ, услуг), указанные в п. 6 «объектов исследования»<sup>1</sup>.

9. Документы, подтверждающие поступление оплаты за отгруженную продукцию (работу, услуги)<sup>1</sup>, указанные в п. 7 «объектов исследования».

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы.

*Порядок определения суммы дохода, полученного организациями (в том числе автономными учреждениями), применяющими УСН*

Порядок учета доходов организаций (в том числе автономных учреждений)<sup>2</sup>, перешедших на УСН<sup>3</sup>, в соответствии со ст. 4 ФЗ «О бухгалтерском учете» № 129-ФЗ установлен гл. 26.2 НК РФ «Упрощенная система налогообложения» [2].

#### Определение и признание доходов

Порядок определения доходов регламентирован ст. 346.15 гл. 26.2 НК РФ [2], согласно которой организации учитывают доходы от реализации и внереализационные доходы, определяемые в соответствии со ст. 249 и ст. 250 гл. 25 НК РФ «Налог на прибыль организаций» [2].

Доходами от реализации признаются выручка от реализации товаров (работ, услуг) как собственного производства, так и ранее приобретенных, а также выручка от реализации имущественных прав. При этом выручка от реализации определяется исходя из всех поступлений, связанных с расчетами за реализованные товары (работы, услуги) или имущественные права, выраженные в денежной и/или натуральной формах (ст. 249 НК РФ).

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

<sup>2</sup> О возможности применения автономными учреждениями УСН см. также [35, 36, 38].

<sup>3</sup> Далее – организация.

В соответствии со ст. 250 НК РФ внереализационными доходами признаются доходы, не указанные в ст. 249 НК РФ.

Датой получения доходов согласно ст. 346.17 гл. 26.2 НК РФ признается день поступления денежных средств на счета в банках и/или в кассу, получения иного имущества (работ, услуг) и/или имущественных прав, а также погашения задолженности (оплаты) иным способом (кассовый метод).

В соответствии с п. 1 ст. 346.17 НК РФ [2] необходимо учитывать следующее:

в случаях использования покупателем в расчетах за приобретенные им товары (работы, услуги) и/или имущественные права векселя, датой получения доходов организацией признается дата оплаты векселя (день поступления денежных средств от векселедателя либо иного лица, обязанного по указанному векселю) или день передачи организацией указанного векселя по индоссаменту третьему лицу;

в случае возврата организацией сумм, ранее полученных в счет предварительной оплаты поставки товаров, выполнения работ, оказания услуг, передачи имущественных прав, на сумму возврата уменьшаются доходы того налогового (отчетного) периода, в котором произведен возврат.

Таким образом, доходы организации, применяющей УСН, признаются кассовым методом, в том числе с учетом сумм, полученных в счет авансов и/или предварительной оплаты поставки товаров, независимо от отгрузки товаров (работ, услуг) [32].

Кроме того, согласно п. 3 ст. 346.17 НК РФ организации при определении доходов не учитывают суммовые разницы в случае, если по условиям договора обязательство (требование) выражено в условных денежных единицах.

В соответствии со ст. 346.11 гл. 26.2 НК РФ организации, применяющие УСН, не признаются налогоплательщиками НДС, за исключением НДС, подлежащего уплате в случаях, предусмотренных статьей.

Однако согласно п. 5 ст. 173 НК РФ сумма НДС подлежит исчислению и уплате в бюджет в случае выставления покупателю счета-фактуры с выделением суммы НДС лицами, не являющимися плательщиками НДС или освобожденными от исполнения обязанностей налогоплательщика. При этом сумма НДС, подлежащая уплате в бюджет, определяется как сумма налога, указанная в счете-фактуре. Если в представленных на исследование счетах-фактурах, выставленных

организациями, применяющими УСН, суммы НДС не выделены, недопустимо рассчитывать их самостоятельно.

Статьей 248 НК РФ, классифицирующей доходы на доходы от реализации и на внереализационные доходы (ст. 249 и ст. 250 НК РФ), установлено, что при определении доходов из них исключаются суммы налогов, предъявленные в соответствии с НК РФ покупателю (приобретателю) товаров (работ, услуг, имущественных прав).

В соответствии со ст. 41 НК РФ доходом признается экономическая выгода в денежной или натуральной форме, учитываемая в случае возможности ее оценки и в той мере, в которой такую выгоду можно оценить, и определяемая в соответствии с главами 23 («Налог на доходы физических лиц») и 25 («Налог на прибыль организаций») НК РФ [2].

Таким образом, в случае выставления покупателям (заказчикам) счетов-фактур, суммы НДС, выделенные в них, не признаются доходами организаций, применяющих УСН.

#### Объекты исследования

1. Документы, отражающие сведения о государственной регистрации<sup>1</sup>.
2. Документы из налогового органа о применяемом организацией режиме налогообложения<sup>1</sup>.
3. Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности организации.
4. Книга учета доходов и расходов организаций и ИП, применяющих УСН<sup>1</sup> [19].
5. Документы, подтверждающие поступление оплаты за продукцию (работу, услуги)<sup>1</sup>, необходимые для сопоставления со сведениями, отраженными в Книге учета доходов и расходов организаций и ИП, применяющих УСН:

кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы; дополнительно для автономных учреждений – кассовая книга (ф. 0504514) и журнал операций по счету «Касса» (ф. 0504071) (при проведении расчетов в наличной форме);

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; иные банковские документы; дополнительно для автономных учреждений – журнал операций с безналичными денежными средствами (ф. 0504071) (при проведении расчетов в безналичной форме);

вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26] (при проведении расчетов в неденежной форме).

6. Документы, содержащие сведения о суммах НДС, предъявленных покупателю<sup>1</sup> (счета-фактуры, корректировочные счета-фактуры, журналы учета полученных и выставленных счетов-фактур; книги продаж), необходимые для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих оплату за продукцию (работы, услуги).

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы.

#### Особенности определения дохода

1. Организации, применявшие метод признания доходов «по отгрузке», при переходе с «общего режима налогообложения» на УСН<sup>2</sup>: на дату перехода включают в сумму полученных доходов денежные средства, полученные до перехода на УСН в качестве предварительной оплаты или аванса по договорам, исполнение которых будет осуществлено после перехода на УСН, и не включают в сумму полученных доходов денежные средства, полученные после перехода на УСН в оплату по исполненным (право собственности по договорам перешло к приобретателю) договорам (суммы были признаны в качестве доходов) до перехода на УСН.

2. Организации, применявшие УСН, при переходе на «общий режим налогообложения» с применением метода признания доходов «по отгрузке» на дату перехода признают в составе полученных доходов выручку по договорам, исполненным в период применения УСН, оплата (частичная оплата) по которым не произведена до даты перехода на «общий режим налогообложения»<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Обязательны для исследования в случае выставления счетов-фактур.

<sup>2</sup> В соответствии со ст. 346.25 гл. 26.2 НК РФ [2] и ПБУ 9/99 [12].

Исходя из изложенного организации, находящиеся на «общем режиме налогообложения» с применением метода признания доходов «по отгрузке», не включают в состав полученных доходов суммы предварительной оплаты и авансов, полученных в период применения УСН по договорам, исполненным после перехода на «общий режим налогообложения»<sup>1</sup>.

### ***Доходы ИП, зарегистрированных в установленном порядке***

Порядок учета доходов граждан, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, устанавливается НК РФ [7, ст. 4].

#### *Порядок определения суммы дохода, полученного ИП, применяющими режим налогообложения, отличный от ЕСХН, УСН и ЕНВД*

##### Определение и признание доходов

В соответствии с п. 2 ст. 54 НК РФ ИП исчисляют налоговую базу по итогам каждого налогового периода на основе данных учета доходов и расходов и хозяйственных операций в порядке, определяемом Минфином России [14].

В Книге учета доходов и расходов и хозяйственных операций ИП отражаются все доходы, полученные ИП от осуществления предпринимательской деятельности [14, п. 14]. При этом в доход включаются все поступления от реализации товаров, выполнения работ и оказания услуг, а также стоимость имущества, полученного безвозмездно.

Данные учета доходов и расходов и хозяйственных операций используются для исчисления налоговой базы по налогу на доходы физических лиц, уплачиваемого ИП на основании гл. 23 НК РФ [14, п. 2], в соответствии с которой:

к доходам, в частности, относятся доходы от реализации имущества, принадлежащего физическому лицу, а также доходы, получаемые в результате осуществления им деятельности [2, гл. 23, ст. 208];

датой фактического получения дохода является день [2, ст. 223]:

выплаты дохода, в том числе перечисления дохода на счета ИП в банках либо по его поручению на счета третьих лиц (при получении доходов в денежной форме);

передачи доходов в натуральной форме (при получении доходов в натуральной форме).

---

<sup>1</sup> Порядок расчета суммы дохода, полученного организацией при смене режимов налогообложения (см. с. 206–208).

Таким образом, доходы ИП признаются независимо от отгрузки товаров (работ, услуг)<sup>1</sup> в момент поступления от покупателей денежных средств, в том числе полученных в счет авансов и предварительной оплаты поставки товаров, а также в дни передачи дохода в натуральной форме.

В соответствии с порядком расчета суммы дохода, приведенного в приложении к Порядку учета доходов и расходов ИП, суммы НДС, предъявленные ИП покупателю (приобретателю) товаров (работ, услуг, имущественных прав), не являются доходами [14, Прил. 7]:

табл. № 1-6А и № 1-7А – при осуществлении деятельности по операциям, облагаемым НДС;

табл. № 1-6Б и № 1-7Б – при осуществлении деятельности по операциям, не облагаемым НДС.

#### Объекты исследования

1. Документы, отражающие сведения о государственной регистрации<sup>2</sup>.

2. Документы из налогового органа о применяемом ИП режиме налогообложения<sup>2</sup>.

3. Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица.

4. Книга учета доходов и расходов и хозяйственных операций ИП<sup>2</sup>.

5. Документы, подтверждающие поступление оплаты за продукцию (работу, услуги)<sup>2</sup>, необходимые для сопоставления со сведениями, отраженными в Книге учета доходов и расходов и хозяйственных операций ИП:

кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы (при проведении расчетов в наличной форме);

выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; иные банковские документы (при проведении расчетов в безналичной форме);

---

<sup>1</sup> О дате получения доходов (в том числе авансов и предварительной оплаты) см. также [27, 30–34].

<sup>2</sup> Обязательны для исследования.

вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26] (при проведении расчетов в неденежной форме).

6. Документы, содержащие сведения о суммах НДС, предъявленных покупателю<sup>1</sup>: счета-фактуры, корректировочные счета-фактуры, журналы учета полученных и выставленных счетов-фактур, книги продаж.

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы.

#### Особенности определения суммы дохода

1. В случае выставления покупателю счета-фактуры с выделением суммы НДС лицами, являющимися плательщиками НДС, при реализации товаров (работ, услуг), не подлежащих налогообложению, сумма НДС, предъявленная покупателем, определяется как сумма налога, указанная в счете-фактуре [2, ч. II, п. 5 ст. 173].

2. В случае отсутствия выделенных сумм НДС в документах, отражающих оплату продукции (работ, услуг), суммы НДС, предъявленные продавцом покупателям (заказчикам), определяются на основании иных документов, содержащих сведения о суммах НДС, а в случае их непредставления, в том числе по заявленному ходатайству, рассчитываются экспертом самостоятельно в соответствии с положениями гл. 21 НК РФ [2].

#### *Порядок определения суммы дохода, полученного ИП, применяющими ЕСХН*

##### Определение и признание доходов

ИП, применяющие ЕСХН, учитывают доходы от реализации и вне-реализационные доходы, определяемые в соответствии со ст. 249 и ст. 250 гл. 25 НК РФ [2, гл. 26.1, п. 1 ст. 346.5].

Датой получения доходов согласно пп. 1 п. 5 ст. 346.5 НК РФ признаются день поступления денежных средств на счета в банках и/или в кассу, день получения иного имущества (работ, услуг) и/или имущественных прав, а также день погашения задолженности иным способом (кассовый метод).

---

<sup>1</sup> Необходимы для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих оплату за продукцию (работу, услуги).

В случае использования покупателем в расчетах за приобретенные им товары (работы, услуги) и/или имущественные права векселя, датой получения доходов у ИП признается дата оплаты векселя (день поступления денежных средств от векселедателя либо иного лица, обязанного по указанному векселю) или день передачи ИП указанного векселя по индоссаменту третьему лицу.

Таким образом, доходы ИП, применяющего ЕСХН, признаются кассовым методом независимо от отгрузки товаров (работ, услуг) в момент поступления от покупателей денежных средств, в том числе полученных в счет авансов и предварительной оплаты поставки товаров, а также в дни получения иного имущества (работ, услуг) и/или имущественных прав, а также погашения задолженности иным способом.

ИП при определении доходов не учитывают суммовые разницы в случае, если по условиям договора обязательство (требование) выражено в условных денежных единицах [2, ст. 346.5, пп. 3 п. 5].

Следует учитывать, что с 01.01.2013 г. в случае возврата ИП сумм, ранее полученных в счет предварительной оплаты поставки товаров, выполнения работ, оказания услуг, передачи имущественных прав, на сумму возврата уменьшаются доходы того налогового (отчетного) периода, в котором произведен возврат [2, ст. 346.5, пп. 1 п. 5].

В соответствии со ст. 346.5 НК РФ ИП, применяющие ЕСХН, не признаются налогоплательщиками НДС, за исключением НДС, подлежащего уплате в случаях, предусмотренных статьей.

Однако в случае выставления покупателям (заказчикам) счетов-фактур суммы НДС, выделенные в них, не признаются доходами ИП, применяющих ЕСХН.

Если в представленных на исследование счетах-фактурах, выставленных ИП, применяющим ЕСХН, суммы НДС не выделены, недопустимо рассчитывать их самостоятельно.

#### Объекты исследования

1. Документы, отражающие сведения о государственной регистрации<sup>1</sup>.
2. Документы из налогового органа о применяемом ИП режиме налогообложения<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

3. Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица.

4. Книга учета доходов и расходов ИП, применяющих систему налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей [15]<sup>1</sup>.

5. Документы, подтверждающие поступление оплаты за продукцию (работу, услуги)<sup>1</sup>, необходимые для сопоставления со сведениями, отраженными в Книге учета доходов и расходов ИП, применяющих систему налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей (ЕСХН):

кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы (при проведении расчетов в наличной форме);

выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; иные банковские документы (при проведении расчетов в безналичной форме);

вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26] (при проведении расчетов в неденежной форме).

6. Документы, содержащие сведения о суммах НДС, предъявленных покупателю<sup>2</sup>: счета-фактуры, корректировочные счета-фактуры, журналы учета полученных и выставленных счетов-фактур, книги продаж.

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы.

*Порядок определения суммы дохода, полученного ИП,  
применяющими УСН*

Порядок учета доходов ИП, применяющих УСН, в соответствии со ст. 4 ФЗ «О бухгалтерском учете» № 129-ФЗ [7] определен Налоговым кодексом РФ:

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

<sup>2</sup> Обязательны для исследования в случае выставления счетов-фактур и необходимы для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих факт оплаты за продукцию (работы, услуги).

доходы ИП, применяющих УСН, признаются кассовым методом, в том числе с учетом сумм, полученных в счет авансов и/или предварительной оплаты поставки товаров независимо от отгрузки товаров (работ, услуг);

ИП, применяющие УСН, не признаются налогоплательщиками НДС, однако в случае выставления покупателям (заказчикам) счетов-фактур суммы НДС, выделенные в них, не признаются доходами.

*Порядок определения суммы дохода, полученного ИП,  
применяющими ЕНВД*

Определение и признание доходов

НК РФ не регламентирован порядок учета доходов ИП, применяющих ЕНВД. Однако согласно ст. 41 НК РФ доходом признается экономическая выгода в денежной или натуральной форме, учитываемая в случае возможности ее оценки и в той мере, в которой такую выгоду можно оценить, и определяемая в соответствии с гл. 23 НК РФ [2].

Датой фактического получения дохода является день [2, гл. 23 ст. 223]:

выплаты дохода, в том числе перечисления дохода на счета ИП в банках либо по его поручению на счета третьих лиц – при получении доходов в денежной форме;

передачи доходов в натуральной форме – при получении доходов в натуральной форме.

Таким образом, доходы ИП, применяющих ЕНВД, признаются независимо от отгрузки товаров (работ, услуг) в момент поступления от покупателей денежных средств, в том числе полученных в счет авансов и предварительной оплаты поставки товаров, а также в дни передачи дохода в натуральной форме.

В соответствии со ст. 346.26 гл. 26.3 НК РФ ИП, применяющие ЕНВД, не признаются налогоплательщиками НДС, за исключением НДС, подлежащего уплате в случаях, предусмотренных статьей.

Однако в случае выставления покупателям (заказчикам) счетов-фактур суммы НДС, выделенные в них, не признаются доходами ИП, применяющих ЕНВД.

Если в представленных на исследование счетах-фактурах, выставленных ИП, применяющим и ЕНВД, суммы НДС не выделены, недопустимо рассчитывать их самостоятельно.

Объекты исследования

1. Документы, отражающие сведения о государственной регистрации<sup>1</sup>.

2. Документы из налогового органа о применяемом ИП режиме налогообложения<sup>1</sup>.

3. Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица.

4. Документы, подтверждающие поступление оплаты за продукцию (работу, услуги)<sup>1</sup>:

кассовая книга; отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров; иные кассовые документы (при проведении расчетов в наличной форме);

выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; иные банковские документы (при проведении расчетов в безналичной форме);

вексель, акт взаимозачета и иные документы, подтверждающие прекращение обязательств (например, зачет взаимных требований или уступки требования) [1, гл. 26] (при проведении расчетов в неденежной форме).

5. Документы, содержащие сведения о суммах НДС, предъявленных покупателю<sup>2</sup>: счета-фактуры, корректировочные счета-фактуры, журналы учета полученных и выставленных счетов-фактур, книги продаж.

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы.

**Формулирование выводов эксперта**

По результатам исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Доход ООО «Тополь» (ИНН 7712528852) от выполнения строительно-монтажных работ согласно муниципальному контракту № 1 от 01.02.2012 г. за период с 01.02.2012 г. по 30.06.2012 г. составляет ... рублей.

<sup>1</sup> Обязательны для исследования.

<sup>2</sup> Обязательны для исследования в случае выставления счетов-фактур и необходимы для сопоставления со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих факт оплаты за продукцию (работы, услуги).

**Пример 1.** Расчет суммы доходов, полученных организацией, применяющей режим налогообложения, отличный от УСН

*Условие*

На расчетный счет ООО «Альтаир», находящегося на общей системе налогообложения, в феврале 2012 г. поступил аванс от покупателя в сумме 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) в счет предстоящей поставки товара. В марте 2012 г. ООО «Альтаир» отгрузило в адрес покупателя товар на сумму 2 360 000,00 руб. (в том числе НДС – 360 000,00 руб.); себестоимость отгруженного товара составила 1 500 000,00 руб. В апреле 2012 г. на расчетный счет ООО «Альтаир» поступила частичная оплата от покупателя в сумме 1 180 000,00 руб. (в том числе НДС – 180 000,00 руб.) за отгруженный в марте товар. В мае 2012 г. покупатель произвел окончательный расчет за товар.

В соответствии с учетной политикой ООО «Альтаир» доходы в бухгалтерском учете общества признаются в момент перехода права собственности на товар.

*Вопрос*

Какова сумма доходов, полученных ООО «Альтаир» (ИНН 5087962654) от реализации товара покупателю за период с февраля по апрель 2012 г., с разбивкой по месяцам?

*Решение*

I. В соответствии с условиями заключенного договора право собственности на товар переходит к покупателю в момент его передачи.

В бухгалтерском учете ООО «Альтаир» отражены следующие бухгалтерские записи:

в феврале 2012 г.:

Дебет 51 Кредит 62 субсчет «Авансы полученные» на сумму 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) – от покупателя поступил аванс в счет предстоящей поставки товара;

в марте 2012 г.:

Дебет 62 Кредит 90-1 на сумму 2 360 000,00 руб. (в том числе НДС – 360 000,00 руб.) – отражена выручка от реализации товара покупателю;

Дебет 62 субсчет «Авансы полученные» Кредит 62 на сумму 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) – проведен зачет аванса в счет оплаты покупателя за отгруженный ему товар;

Дебет 90-3 Кредит 68 на сумму 360 000,00 руб. – начислен НДС по отгруженному товару;

в апреле 2012 г.:

Дебет 51 Кредит 62 на сумму 1 180 000,00 руб. (в том числе НДС – 180 000,00 руб.) – от покупателя поступила частичная оплата за отгруженный в марте 2012 г. товар;

в мае 2012 г.:

Дебет 51 Кредит 62 на сумму 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) – от покупателя поступила оплата в счет окончательного расчета за товар.

На конец 30.04.2012 г. (на начало 01.05.2012 г.) дебиторская задолженность покупателя перед ООО «Альтаир» за товар составила 590 000,00 руб., в том числе НДС – 90 000,00 руб. (2 360 000,00 – 590 000,00 – 1 180 000,00).

Сумма полученного ООО «Альтаир» (ИНН 5087962654) дохода за период с февраля по апрель 2012 г. составила:

исходя из стоимости товара, отгруженного в марте 2012 г., – 2 000 000,00 руб. (стоимость отгруженного покупателю товара – сумма НДС = = 2 360 000,00 – 360 000,00);

исходя из суммы поступления денежных средств в оплату за отгруженный товар и величины дебиторской задолженности в части, не покрытой поступлением, – 2 000 000,00 руб. (сумма заченного аванса без НДС + сумма частичной оплаты без НДС + остаток дебиторской задолженности на 30.04.2012 г. без НДС = (590 000,00 – 90 000,00) + (1 180 000,00 – 180 000,00) + + (590 000,00 – 90 000,00) = 500 000,00 + 1 000 000,00 + 500 000,00).

В том числе (в обоих случаях):

в феврале 2012 г. – 0,00 руб. (авансы в счет оплаты товара не признаются доходом);

в марте 2012 г. – 2 000 000,00 руб. (право собственности на товар перешло к покупателю);

в апреле 2012 г. – 0,00 руб. (в апреле поступила оплата за товар, доход от реализации которого был признан в марте 2012 г.).

II. В соответствии с условиями заключенного договора право собственности на товар переходит к покупателю после полной его оплаты.

В бухгалтерском учете ООО «Альтаир» отражены следующие бухгалтерские записи:

в феврале 2012 г.:

Дебет 51 Кредит 62 субсчет «Авансы полученные» на сумму 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) – от покупателя поступил аванс в счет предстоящей поставки товара;

в марте 2012 г.:

Дебет 45 Кредит 41 на сумму 1 500 000,00 руб. – отгружен товар покупателю по фактической себестоимости без перехода права собственности на него;

Дебет 76 или 45 субсчет «НДС» Кредит 68 на сумму 360 000,00 руб. – на дату отгрузки начислен НДС на полную стоимость товара, переданного покупателю по договору;

в апреле 2012 г.:

Дебет 51 Кредит 62 на сумму 1 180 000,00 руб. (в том числе НДС – 180 000,00 руб.) – от покупателя поступила частичная оплата за отгруженный в марте 2012 г. товар;  
в мае 2012 г.:

Дебет 51 Кредит 62 на сумму 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) – от покупателя поступила оплата в счет окончательного расчета за товар;

Дебет 62 субсчет «Авансы полученные» Кредит 62 на сумму 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) – проведен зачет полученного в феврале 2012 г. аванса в счет оплаты покупателем товара;

Дебет 62 Кредит 90-1 на сумму 2 360 000,00 руб. (в том числе НДС – 360 000,00 руб.) – отражена выручка от продажи товара в момент полной его оплаты покупателем, т.е. право собственности на товар передано покупателю;

Дебет 90-3 Кредит 76 или 45 субсчет «НДС» на сумму 360 000,00 руб. – отражена сумма предъявленного к оплате НДС, начисленного в марте 2012 г.

Сумма дохода, полученного ООО «Альгаир» (ИНН 5087962654) за период с февраля по апрель 2012 г., составила 0,00 руб.; в том числе:

в феврале 2012 г. – 0,00 руб. (аванс в счет предстоящей поставки товара не признается доходом);

в марте и апреле 2012 г. – 0,00 руб. (покупателем не произведен окончательный расчет за товар (полная оплата), поэтому в соответствии с договором с особым порядком перехода права собственности доход в бухгалтерском учете ООО «Альгаир» еще не может быть признан).

Доход в сумме 2 000 000,00 руб. (2 360 000,00 – 360 000,00) был признан в бухгалтерском учете ООО «Альгаир» только в мае 2012 г. после полной оплаты товара покупателем.

**Пример 2.** *Расчет суммы дохода, полученного организацией при смене режимов налогообложения*

*Условие*

ООО «Лира», находящееся в 2011 г. на общем режиме и признающее в бухгалтерском учете доходы «по отгрузке», с 01.01.2012 г. перешло на УСН.

В ноябре 2011 г. на расчетный счет ООО «Лира» поступил аванс в сумме 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) в счет выполнения в декабре 2011 г. строительно-монтажных работ на объекте А.

В декабре 2011 г. ООО «Лира» были выполнены строительно-монтажные работы на объекте А в полном объеме на сумму 1 180 000,00 руб. (в том числе НДС – 180 000,00 руб.), а на его расчетный счет поступила 100%-я предоплата в сумме 1 770 000,00 руб. (в том числе НДС – 270 000,00 руб.) в счет работ на объекте Б, выполнение которых было осуществлено в феврале 2012 г.

В январе 2012 г. на расчетный счет ООО «Лира» поступили денежные средства в сумме 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) в счет окончательного расчета за выполненные работы на объекте А.

В феврале 2012 г. ООО «Лира» были выполнены работы на объекте Б на сумму 1 770 000,00 руб. (в том числе НДС – 270 000,00 руб.).

*Вопрос*

Какова сумма доходов, полученных ООО «Лира» (ИНН 7763215698) от выполнения строительно-монтажных работ на объектах А и Б за период с ноября 2011 г. по февраль 2012 г., с разбивкой по месяцам?

*Решение*

Сумма доходов, полученных ООО «Лира» за период с ноября 2011 г. по февраль 2012 г., составила 2 500 000,00 руб.; в том числе:

в ноябре 2011 г. – 0,00 руб. – авансы в соответствии с ПБУ 9/99 «Доходы организации» не признаются доходами;

в декабре 2011 г. – 1 000 000,00 руб. (1 180 000,00 руб. – 180 000,00 руб. (НДС) – право собственности на выполненные ООО «Лира» работы на объекте А перешли к заказчику, а поступившая на расчетный счет предоплата в сумме 1 770 000,00 руб. не признается доходом в соответствии с ПБУ 9/99 «Доходы организации»;

в январе 2012 г. – 1 500 000,00 руб. (1 770 000,00 руб. – 270 000,00 руб. (НДС) – на дату перехода на УСН ООО «Лира» признан доход в сумме предоплаты, поступившей в декабре 2011 г. за работы на объекте Б, которые будут выполнены в 2012 г. Денежные средства в сумме 590 000,00 руб., поступившие на расчетный счет ООО «Лира» в счет окончательного расчета за выполненные работы на объекте А, не признаются доходом, так как доход за указанные работы признан в декабре 2011 г. «по отгрузке»;

в феврале 2012 г. – 0,00 руб. – доход в сумме 1 500 000,00 руб., соответствующий стоимости выполненных работ на объекте Б без учета НДС, уже признан ООО «Лира» на дату перехода на УСН кассовым методом.

**Пример 3.** *Расчет суммы дохода, полученного организацией при смене режимов налогообложения*

*Условие*

ООО «Ника», находящееся в 2011 г. на УСН, с 01.01.2012 г. перешло на общий режим налогообложения с применением метода признания дохода «по отгрузке».

В ноябре 2011 г. на расчетный счет ООО «Ника» поступил аванс в сумме 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) в счет предстоящей в декабре 2011 г. поставки товара А покупателю.

В декабре 2011 г. ООО «Ника» в адрес покупателя был поставлен товар А на сумму 2 360 000,00 руб. (в том числе НДС – 360 000,00 руб.), а также товар Б на сумму 885 000,00 руб. (в том числе НДС – 135 000,00 руб.).

В январе 2012 г. на расчетный счет ООО «Ника» поступили денежные средства в сумме 590 000,00 руб. (в том числе НДС – 90 000,00 руб.) в счет частичной оплаты за товар А, отгруженный в декабре 2011 г.

В феврале 2012 г. на расчетный счет ООО «Ника» поступили денежные средства в сумме 885 000,00 руб. (в том числе НДС – 135 000,00 руб.) в счет оплаты за товар Б, отгруженный в декабре 2011 г.

*Вопрос*

Какова сумма доходов, полученных ООО «Ника» (ИНН 7754896321) от реализации покупателю товаров А и Б за период с ноября 2011 г. по февраль 2012 г., с разбивкой по месяцам?

*Решение*

Сумма дохода, полученного ООО «Ника» за период с ноября 2011 г. по февраль 2012 г., составила 2 750 000,00 руб.; в том числе:

в ноябре 2011 г. – 500 000,00 руб. (590 000,00 руб. – 90 000,00 руб. (НДС) – доход в период применения УСН признан кассовым методом;

в декабре 2011 г. – 0,00 руб. – факт отгрузки не влияет на признание доходов в период применения УСН;

на 1 января 2012 г. – 2 250 000,00 руб. (2 360 000,00 руб. (стоимость отгрузки товара А) – 360 000,00 руб. (НДС) – 500 000,00 руб. (доход, признанный в ноябре 2011 г. в период УСН в сумме аванса за товар А без учета НДС) + + 885 000,00 руб. (стоимость отгрузки товара Б) – 135 000,00 руб. (НДС)) – на дату перехода на общий режим налогообложения признан доход в сумме выручки за товары А и Б, отгруженные в период применения УСН, без учета дохода за товар А, признанного в ноябре 2011 г. в сумме поступившего аванса за минусом НДС. Денежные средства в сумме 590 000,00 руб., поступившие на расчетный счет ООО «Ника» в январе 2012 г. в счет частичной оплаты за товар А, уже признаны в составе полученных доходов на дату перехода на общий режим налогообложения;

в феврале 2012 г. – 0,00 руб. – денежные средства в сумме 885 000,00 руб., поступившие на расчетный счет ООО «Ника» в феврале 2012 г. в счет оплаты за товар Б, уже признаны в составе полученных доходов на дату перехода на общий режим налогообложения.

## Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ.

2. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05 августа 2000 г. № 117-ФЗ.

3. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ.

4. Федеральный закон от 26 декабря 1995 г. № 208-ФЗ «Об акционерных обществах».

5. Федеральный закон от 12 января 1996 г. № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях».

6. Федеральный закон от 22 апреля 1996 г. № 39-ФЗ «О рынке ценных бумаг».

7. Федеральный закон от 21 ноября 1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете».

8. Федеральный закон от 8 февраля 1998 г. № 14-ФЗ «Об обществах с ограниченной ответственностью».

9. Федеральный закон от 8 августа 2001 г. № 129-ФЗ «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей».

10. Федеральный закон от 3 ноября 2006 г. № 174-ФЗ «Об автономных учреждениях».

11. Федеральный закон от 6 декабря 2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете».

12. Приказ Минфина России от 6 мая 1999 г. № 32н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Доходы организации” (ПБУ 9/99)».

13. Приказ Минфина России от 31 октября 2000 г. № 94н «Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкции по его применению».

14. Приказ Минфина России и МНС России от 13 августа 2002 г. № 86н/БГ-3-04/430 «Об утверждении Порядка учета доходов и расходов и хозяйственных операций для индивидуальных предпринимателей».

15. Приказ Минфина России от 11 декабря 2006 г. № 169н «Об утверждении формы Книги учета доходов и расходов индивидуальных предпринимателей, применяющих систему налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей (единый сельскохозяйственный налог), и порядка ее заполнения».

16. Приказ Минфина России от 6 октября 2008 г. № 106н «Об утверждении положений по бухгалтерскому учету» (вместе с «Положением по бухгалтерскому учету „Учетная политика организации” (ПБУ 1/2008)», «Положением по бухгалтерскому учету „Изменения оценочных значений” (ПБУ 21/2008)»).

17. Приказ Минфина России от 13 ноября 2008 г. № 128н «Об утверждении Инструкции о порядке составления и представления годовой, квартальной и месячной отчетности об исполнении бюджетов бюджетной системы Российской Федерации».

18. Приказ Минфина России от 30 декабря 2008 г. № 148н «Об утверждении Инструкции по бюджетному учету».

19. Приказ Минфина России от 31 декабря 2008 г. № 154н «Об утверждении форм Книги учета доходов и расходов организаций и индивидуальных предпринимателей, применяющих упрощенную систему налогообложения, Книги учета доходов индивидуальных предпринимателей, применяющих упрощенную систему налогообложения на основе патента, и порядка их заполнения».

20. Приказ Минфина России от 1 декабря 2010 г. № 157н «Об утверждении Единого плана счетов бухгалтерского учета для органов государственной власти (государственных органов), органов местного самоуправления, органов управления государственными внебюджетными фондами, государственных академий наук, государственных (муниципальных) учреждений и Инструкции по его применению».

21. Приказ Минфина России от 6 декабря 2010 г. № 162н «Об утверждении Плана счетов бюджетного учета и Инструкции по его применению».

22. Приказ Минфина России от 15 декабря 2010 г. № 173н «Об утверждении форм первичных учетных документов и регистров бухгалтерского учета, применяемых органами государственной власти (государственными органами), органами местного самоуправления, органами управления государственными внебюджетными фондами, государственными академиями наук, государственными (муниципальными) учреждениями, и Методических указаний по их применению».

23. Приказ Минфина России от 16 декабря 2010 г. № 174н «Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета бюджетных учреждений и Инструкции по его применению».

24. Приказ Минфина России от 23 декабря 2010 г. № 183н «Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета автономных учреждений и Инструкции по его применению».

25. Приказ Минфина России от 28 декабря 2010 г. № 191н «Об утверждении Инструкции о порядке составления и представления годовой, квартальной и месячной отчетности об исполнении бюджетов бюджетной системы Российской Федерации».

26. Приказ Минфина России от 25 марта 2011 г. № 33н «Об утверждении Инструкции о порядке составления, представления годовой, квартальной бухгалтерской отчетности государственных (муниципальных) бюджетных и автономных учреждений».

27. Приказ МВД России от 29 июня 2005 г. № 511 «Вопросы организации производства судебных экспертиз в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел Российской Федерации».

28. Письмо Минфина России от 29.12.2010 г. № 02-06-07/5396 «О направлении таблицы соответствия планов счетов бюджетного учета, применяемых в 2010 и 2011 годах».

29. Письмо Минфина России от 29.12.2010 г. № 02-06-07/5398 «О направлении таблицы соответствия планов счетов бухгалтерского учета 2010 и 2011 годов для автономных учреждений, осуществляющих учет в 2010 г. согласно приказу Минфина России от 30 декабря 2008 г. № 148н».

30. Письмо Минфина России от 09.02.2011 г. № 03-04-08/8-23.

31. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 28.07.2008 г. № 03-11-03/15.

32. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 18.12.2008 г. № 03-11-04/2/197.

33. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 22.11.2010 г. № 03-11-06/2/178.

34. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 16.02.2011 г. № 03-04-05/8-91.

35. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 17.02.2011 г. № 03-04-05/8-96.

36. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 17.02.2011 г. № 03-04-05/8-97.

37. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 17.02.2011 г. № 03-04-05/8-99.

38. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 07.10.2011 г. № 03-11-06/2/140.

39. Письмо Департамента налоговой и таможенно-тарифной политики Минфина России от 24.01.2012 г. № 03-04-05/8-59.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ И РАЗМЕРА ЗАДОЛЖЕННОСТИ РАБОТОДАТЕЛЯ ПЕРЕД РАБОТНИКАМИ ПО ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ И ИНЫМ ВЫПЛАТАМ**

*Э.Ф. Мусин, С.В. Ефимов, И.В. Названцева,  
Т.А. Лукашова, С.В. Лукашов*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Определение наличия и размера задолженности работодателя<sup>1</sup> перед работниками по заработной плате и иным выплатам (далее – по заработной плате).

При установлении факта наличия задолженности исследуемой организации перед работниками по заработной плате возможна постановка экспертных задач о наличии у организации денежных средств в период выплаты заработной платы, а также о направлениях расходования денежных средств организацией помимо выплат заработной платы.

### **Объекты исследования**

Штатное расписание; штатная расстановка; приказы (о приеме работника на работу, о переводе работника на другую работу, о предоставлении работнику отпуска, о поощрении работника, о прекращении трудового договора и др.).

Документы, регламентирующие порядок выплаты заработной платы: коллективный трудовой договор; положения об оплате труда; положения о премировании; правила внутреннего трудового распорядка и др.

Документы, содержащие данные об особенностях финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица (рабочий план счетов с расшифровкой субсчетов организации): вексельная касса; взаимозачеты с магазинами, аптеками, детскими садами; выдача заработной платы натуральными продуктами; перечисление заработной платы на индивидуальные лицевые счета в банке и др.).

Документы, отражающие порядок начисления заработной платы: первичные учетные документы: табели учета рабочего времени; графики отпусков; лицевые счета работников; листки с расчетом от-

---

<sup>1</sup> Работодатель – организация, физическое лицо, филиал, представительство или иное обособленное структурное подразделение организации (далее – организация).

пускных, больничных, при увольнении работника; расчетные и расчетно-платежные ведомости и др.;

регистры бухгалтерского учета (синтетического и аналитического): карточки счетов; журналы-ордера; иные регистры по счетам 70 «Расчеты с персоналом по оплате труда»; 73 «Расчеты с персоналом по прочим операциям»; 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами» и др.

Документы, подтверждающие перечисление и выплату (выдачу) заработной платы:

при проведении расчетов в наличной форме: кассовая книга и приложенные к ней приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение средств в наличной форме; журнал регистрации приходных и расходных кассовых ордеров и иные кассовые документы; журнал регистрации платежных ведомостей; регистры бухгалтерского учета по счету 50 «Касса» и др.;

при проведении расчетов в безналичной форме: ведомости (списки) сотрудников о перечислении заработной платы на индивидуальные лицевые счета в банке; выписки (справки) по счетам (расчетным, текущим, лицевым, бюджетным), открытым в кредитных организациях с приложенными первичными платежными документами; выписки по индивидуальным лицевым счетам работников, а также иные банковские документы, регистры бухгалтерского учета по счету 51 «Расчетные счета» и др.;

при проведении расчетов в неденежной форме: ведомости выдачи заработной платы натуральными продуктами; ведомости взаимозачетов с магазинами, аптеками, детскими садами и др.

Бухгалтерская отчетность.

Документы, отражающие сведения об исследуемой организации: сведения о юридическом адресе, государственной регистрации, постановке организации на налоговый учет, об основных видах деятельности организации и др.

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы: протоколы следственных и судебных действий, в том числе протоколы допросов участников уголовного судопроизводства; материалы «чернового» или неофициального учета и др.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Исследуются при наличии в них сведений, отражающих особенности информации, содержащейся в представленных объектах исследования.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Какова сумма задолженности по заработной плате у организации «С» перед работниками по состоянию на 14 число каждого месяца за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников организации «С», интересующих следователя, назначившего экспертизу)?<sup>1</sup>

Какова сумма задолженности по заработной плате у организации «С» перед работниками по состоянию на 1 число каждого месяца за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников организации «С», интересующих следователя, назначившего экспертизу)?<sup>2</sup>

Какова сумма задолженности по заработной плате у организации «С» за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников организации «С», интересующих следователя, назначившего экспертизу)?

Какова сумма задолженности по заработной плате у ООО «Север» перед работниками? Каково соотношение суммы выплаченной заработной платы к сумме, подлежащей выплате? Какова разница между выплаченной суммой заработной платы и величиной установленного МРОТ по состоянию на 1 число каждого месяца в период с 01.05.2011 г. по 31.07.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников ООО «Север», интересующих следователя, назначившего экспертизу)?

Какими денежными средствами располагало ООО «Север» на расчетном счете № ..., открытом в банке ..., с 10 по 13 число каждого месяца в период с 01.01.2011 г. по 31.03.2007 г.?<sup>3</sup>

На какие цели и в какой сумме осуществлялся расход денежных средств с расчетных счетов ООО «Север» № ... и № ..., открытых в банке ..., в период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г.?

Какими денежными средствами располагало ООО «Север» в кассе и на расчетном счете № ..., открытом в банке ..., с 10 по 13 чис-

---

<sup>1</sup> В коллективном трудовом договоре исследуемой организации «С» сроки выплаты заработной платы установлены с 11 по 13 число каждого месяца.

<sup>2</sup> Документы, определяющие конкретные сроки выплаты заработной платы организацией «С» в исследуемом периоде, отсутствуют.

<sup>3</sup> В коллективном трудовом договоре исследуемой организации сроки выплаты заработной платы установлены с 10 по 13 число каждого месяца.

ло каждого месяца в период с 01.01.2011 г. по 31.12.2011 г. в случае осуществления в данном периоде выплат заработной платы в размере менее 50 % от подлежащей выплате суммы и/или в размере ниже установленного МРОТ?

На какие цели и в какой сумме осуществлялся расход денежных средств с расчетных счетов № ... и № ..., открытых ООО «Север» в банке ..., в период наличия задолженности по заработной плате ООО «Север» перед работниками при условии осуществления выплат в размере менее 50 % от подлежащей выплате суммы и/или в размере ниже установленного МРОТ?<sup>1</sup>

*Примечание.* Вопросы, не подлежащие разрешению в рамках экспертизы при определении наличия и размера задолженности организации перед работниками по заработной плате:

- определение ответственности и вины лиц;
- определение минимального размера оплаты труда в исследуемом периоде;
- определение срока образования задолженности (например, «Имела ли место задолженность свыше двух месяцев?»);
- определение размера материального ущерба;
- определение наличия нецелевых, необоснованных расходов;
- определение наличия у исследуемой организации *возможности* погашения задолженности по заработной плате.

### Сущность методики

Определение наличия и размера задолженности работодателя перед работниками по заработной плате и иным выплатам (далее – по заработной плате). При установлении факта наличия задолженности исследуемой организации перед работниками по заработной плате возможна постановка экспертных задач о наличии у организации денежных средств в период выплаты заработной платы, а также о направлениях расходования денежных средств организацией помимо выплат заработной платы.

---

<sup>1</sup> Для ответа на вопрос необходимо проанализировать банковские выписки по расчетным счетам работодателя за период, в котором при производстве экспертизы установлена задолженность по заработной плате при условии осуществления выплат в размере менее 50 % от подлежащей выплате суммы и/или в размере ниже установленного МРОТ.

## Последовательность действий эксперта

### *Определение задолженности организации перед работниками по заработной плате<sup>1</sup>*

Задолженность по заработной плате работодателя перед работником представляет собой разницу между суммой, причитающейся к выплате, и фактически выплаченной суммой заработной платы и определяется на дату, следующую за датой выплаты заработной платы, – при наличии сведений, отражающих сроки выплаты заработной платы; на первое число месяца, следующего за исследуемым, – при отсутствии указанных сведений.

При этом размер задолженности по заработной плате работодателя перед работником в исследуемом периоде необходимо отражать в динамике, т.е. ежемесячно и нарастающим итогом с учетом задолженности за предыдущий месяц (месяцы).

При определении задолженности по заработной плате эксперту следует учесть, что в соответствии со ст. 131 ТК РФ [2] выплата заработной платы производится в денежной форме в валюте Российской Федерации (в рублях). Однако в соответствии с коллективным или трудовым договором по письменному заявлению работника оплата труда может производиться и в иных формах, не противоречащих законодательству Российской Федерации и международным договорам Российской Федерации. Доля заработной платы, выплачиваемой в неденежной форме, не может превышать 20 % от начисленной месячной заработной платы.

Средства, причитающиеся работникам, как правило, могут быть выданы в следующей форме:

в натуральной;

наличными денежными средствами из кассы организации;

безналичным перечислением на лицевые счета работников со счетов исследуемой организации или по взаимной договоренности со счетов организаций-контрагентов;

зачета в счет оплаты ранее предоставленных им работ (услуг).

В случае выплаты заработной платы путем безналичного перечисления денежных средств на банковскую карту работника достоверное

---

<sup>1</sup> При наличии документального подтверждения трудовых отношений между работодателем и работником, занимающим штатную должность и официально состоящим в трудовых отношениях с работодателем на основании трудового договора, приказа о приеме на работу и т.д.

определение фактически выплаченной заработной платы возможно только на основании данных банковской выписки по индивидуальному лицевому счету работника.

Следует учитывать, что анализ банковских выписок по счетам работодателя, а также платежных поручений на перечисление денежных средств с приложенным реестром по заработной плате позволяет эксперту установить только данные о размере перечисленных денежных средств для выплаты заработной платы, а не о фактически выплаченной каждому работнику. При этом данные реестров по перечислению денежных средств на индивидуальные лицевые счета работников, представленные работодателем, следует сопоставлять с аналогичными реестрами из кредитной организации.

В случае выплаты заработной платы работнику наличными денежными средствами достоверное определение фактически выплаченной заработной платы возможно только на основании данных кассовых документов (кассовых отчетов с приложенными к ним первичными кассовыми документами (платежными, расчетно-платежными ведомостями, расходными кассовыми ордерами и т.д.) и кассовой книги).

Независимо от способа выплаты заработной платы недопустимы определение и подтверждение размера ее фактической выплаты по данным лицевых счетов и расчетных листков.

При наличии данных о частично выплаченной заработной плате наряду с вопросом, касающимся определения суммы образовавшейся задолженности по заработной плате перед каждым интересующим следствием работником, возможно решение дополнительных экспертных задач, связанных с определением соотношения выплаченной и подлежащей выплате заработной платы, а также разницы между выплаченной заработной платой и величиной установленного МРОТ. В ходе решения таких задач все показатели определяются ежемесячно по состоянию на дату, следующую за датой выплаты заработной платы, по каждому работнику, указанному в постановлении о назначении экспертизы:

    задолженность по заработной плате рассчитывается нарастающим итогом с учетом задолженности за предыдущий месяц (месяцы);

    соотношение устанавливается путем деления выплаченной суммы заработной платы в текущем месяце на величину подлежащей выплате заработной платы с учетом образовавшейся задолженности за предыдущий месяц (месяцы) и указывается в процентном выражении;

разница определяется путем вычитания из суммы выплаченной заработной платы в текущем месяце суммы установленного минимального размера оплаты труда [4].

Следует учитывать, что показатели, отражающие *соотношение* выплаченной заработной платы к сумме, подлежащей выплате, а также *разницу* между суммой выплаченной заработной платой и величиной МРОТ, указываются по каждому работнику только ежемесячно, без отражения общих сумм за исследуемый период.

*Формулы для определения задолженности организации перед работниками по заработной плате*

1. Определение задолженности по заработной плате за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. при отсутствии задолженности на 01.01.2011 г.:

$$\underbrace{\left( \begin{array}{cc} \text{сумма к} & \text{сумма} \\ \text{выплате} & - & \text{выплат} \\ \text{за январь} & & \text{за январь} \end{array} \right)}_{\substack{\text{задолженность} \\ \text{за январь 2011 г.}}} + \underbrace{\left( \begin{array}{cc} \text{сумма к} & \text{сумма} \\ \text{выплате} & - & \text{выплат} \\ \text{за февраль} & & \text{за февраль} \end{array} \right)}_{\substack{\text{задолженность} \\ \text{за февраль 2011 г.}}} - \begin{array}{l} \text{выплаты в} \\ \text{феврале за} \\ \text{предыдущие} \\ \text{периоды} \end{array} =$$

$$\begin{array}{l} \text{задолженность} \\ \text{по состоянию} \\ \text{на 01.03.2011 г.} \end{array} + \underbrace{\left( \begin{array}{cc} \text{сумма к} & \text{сумма} \\ \text{выплате} & - & \text{выплат} \\ \text{за март} & & \text{за март} \end{array} \right)}_{\substack{\text{задолженность} \\ \text{за март 2011 г.}}} - \begin{array}{l} \text{выплаты в} \\ \text{марте за} \\ \text{предыдущие} \\ \text{периоды} \end{array} = \begin{array}{l} \text{задолженность} \\ \text{с 01.01.2011 г.} \\ \text{по 31.03.2011 г.,} \\ \text{по состоянию} \\ \text{на 01.04.2011 г.} \end{array}$$

Сумма, подлежащая к выплате за месяц, определяется как разница между начисленной заработной платой и суммой произведенных удержаний из заработной платы. Как правило, в сведениях о произведенных удержаниях из заработной платы работника за исследуемый период приводятся следующие данные:

о самих удержаниях (налога на доходы с физических лиц, по исполнительным листам, взносам и т.д.);

о произведенных выплатах заработной платы (в натуральной форме; в форме зачета в счет оплаты по коммунальным платежам, за детский сад, аптеку, магазин; в форме выдачи части заработной платы ценными бумагами и др.).

2. Определение задолженности по заработной плате согласно документам за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по состоянию на 31.03.2011 г. при наличии задолженности на 01.01.2011 г.:

$$\begin{aligned}
 & \text{задолженность по состоянию на 01.01.2011 г.} + \underbrace{\left( \begin{array}{cc} \text{сумма к выплате} & \text{сумма выплат} \\ \text{за январь} & \text{за январь} \end{array} \right)}_{\substack{\text{задолженность} \\ \text{за январь 2011 г.}}} - \begin{array}{l} \text{выплаты в} \\ \text{январе за} \\ \text{предыдущие} \\ \text{периоды} \end{array} = \\
 \\
 & \text{задолженность по состоянию на 01.02.2011 г.} + \underbrace{\left( \begin{array}{cc} \text{сумма к выплате} & \text{сумма выплат} \\ \text{за февраль} & \text{за февраль} \end{array} \right)}_{\substack{\text{задолженность} \\ \text{за февраль 2011 г.}}} - \begin{array}{l} \text{выплаты в} \\ \text{феврале за} \\ \text{предыдущие} \\ \text{периоды} \end{array} = \\
 \\
 & \text{задолженность по состоянию на 01.03.2011 г.} + \underbrace{\left( \begin{array}{cc} \text{сумма к выплате} & \text{сумма выплат} \\ \text{за март} & \text{за март} \end{array} \right)}_{\substack{\text{задолженность} \\ \text{за март 2011 г.}}} - \begin{array}{l} \text{выплаты в} \\ \text{марте за} \\ \text{предыдущие} \\ \text{периоды} \end{array} = \begin{array}{l} \text{задолженность} \\ \text{с 01.01.2011 г.} \\ \text{по состоянию} \\ \text{на 01.04.2011 г.} \end{array}
 \end{aligned}$$

3. Определение задолженности по заработной плате за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. при отсутствии в платежных документах периодов, за которые были произведены выплаты:

$$\begin{aligned}
 & \text{задолженность по состоянию на 01.04.2011 г.} = \text{задолженность по состоянию на 01.01.2011 г.} + \\
 & \left( \begin{array}{ccc} \text{сумма к выплате} & \text{сумма к выплате} & \text{сумма к выплате} \\ \text{за январь} & \text{за февраль} & \text{за март} \\ \text{2011 г.} & \text{2011 г.} & \text{2011 г.} \end{array} \right) - \begin{array}{l} \text{выплаты} \\ \text{с 01.01.2011 г.} \\ \text{по 31.03.2011 г.} \end{array}
 \end{aligned}$$

### ***Определение наличия денежных средств у организации***

Заработная плата (включая авансовые выплаты) должна выплачиваться в сроки, установленные коллективным трудовым договором исследуемой организации.

Для решения вопроса о наличии денежных средств у организации экспертом анализируются данные кассовых книг и банковских выписок по счетам организации с указанием входящего остатка, оборотов и исходящего остатка за установленные дни выплаты заработной платы.

При отсутствии коллективного трудового договора организации анализируются данные перечисленных документов на первое число каждого месяца исследуемого периода.

Вывод должен содержать суммы поступивших и израсходованных денежных средств за период выплаты заработной платы без учета их

внутреннего перемещения (из кассы на расчетные счета, с одного счета на другой и т.д.) во избежание двойного учета, а также обобщенные по кассе и всем счетам показатели, отражающие остатки на начало и конец указанного периода.

***Определение основных направлений, целей и размера  
расходования денежных средств организации<sup>1</sup>***

Определение направлений, целей и размера расходования денежных средств организации в основном формируется в ходе анализа данных банковских или кассовых документов организации за исследуемый период.

При этом данные о расходах организации, представленные эксперту в кассовых или банковских документах, систематизируются в виде таблиц (в исследовательской части заключения эксперта или приложении к нему). Данные, приведенные в таблицах, обязательно анализируются в исследовательской части заключения.

Данные могут группироваться по основным направлениям, по конкретным целям расходования денежных средств и другим показателям.

Наряду с анализом общих направлений расходования денежных средств организации возможна постановка более узкой экспертной задачи в отношении отдельных финансово-хозяйственных операций исследуемой организации: о выплатах руководителям окладов, надбавок, премий, материальной помощи, значительно превышающих установленные размеры или не предусмотренных законодательством и локальными нормативными документами; о предоставлении работникам администрации беспроцентных ссуд; о получении банковского процента от временного вложения денежных средств; о получении прибыли от временного вложения денежных средств в недвижимость; об осуществлении дорогостоящих ремонтов в кабинетах и др.

Если в организации складываются условия постоянного наличия задолженности по заработной плате персоналу из-за недостатка или отсутствия денежных средств у организации, однако задолженность по заработной плате частично погашается путем перечисления де-

---

<sup>1</sup> Проведение исследования по вопросам, касающимся определения наличия у работодателя возможности погашения задолженности по заработной плате (в том числе посредством определения его платежеспособности в исследуемом периоде), недопустимо.

нежных средств на лицевые счета работников организации со счетов контрагентов по их взаимной договоренности, то возможен также анализ дебиторской задолженности исследуемой организации (при необходимости – с проведением встречных проверок документов контрагентов).

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

#### *Примеры.*

1. Задолженность по заработной плате организации «С» перед работниками по состоянию на 14 число каждого месяца за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. составила:

на 14.01.2011 г. – 10 000 руб.;

на 14.02.2011 г. – 5000 руб.;

на 14.03.2011 г. – 5000 руб.

Данные о задолженности по заработной плате организации «С» на 14 число каждого месяца за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников организации «С», содержащийся в постановлении о назначении экспертизы), отражены в табл. № ... приложения к заключению эксперта.

2. Задолженность по заработной плате организации «С» перед работниками по состоянию на 1 число каждого месяца согласно представленным документам за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. составила:

на 01.02.2011 г. – 10 000 руб.;

на 01.03.2011 г. – 5000 руб.;

на 01.04.2011 г. – 5000 руб.

Данные о задолженности по заработной плате организации «С» на 1 число каждого месяца по представленным документам за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников организации «С», содержащийся в постановлении о назначении экспертизы), отражены в табл. № ... приложения к заключению эксперта.

3. Если невозможно определить задолженность по заработной плате за конкретный период (в частности, за определенный месяц), то эксперт проводит исследование в целом за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. и выводит задолженность по состоянию на 01.04.2011 г. Таким образом, при ответе на вопрос «Какова сумма задолженности по заработной плате у организации «С» за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников организации «С», содержащийся в постановлении о назначении экспертизы)?» вывод может быть сформулирован следующим образом.

Задолженность по заработной плате организации «С» перед работниками согласно представленным документам за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по состоянию на 01.04.2011 г. составила 5000 руб.

Данные о задолженности по заработной плате организации «С» по представленным документам за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. по каждому работнику по состоянию на 01.04.2011 г. составила: И., П., .... (приводится список работников организации «С»), содержащийся в постановлении о назначении экспертизы), отражены в табл. № ... приложения к заключению эксперта.

4. Задолженность по заработной плате ООО «Север» перед работниками по состоянию на 1 число каждого месяца за период с 01.05.2011 г. по 31.07.2011 г. составила:

на 01.06.2011 г. – 115 200,00 руб.;

на 01.07.2011 г. – 141 200,00 руб.;

на 01.08.2011 г. – 150 100,00 руб.

Данные о задолженности по заработной плате ООО «Север» по каждому работнику: И., П., ... (приводится список работников, содержащийся в постановлении о назначении экспертизы), о соотношении суммы выплаченной заработной платы к сумме, подлежащей выплате, а также о разнице между выплаченной суммой заработной платы и величиной установленного МРОТ на 1 число каждого месяца за период с 01.05.2011 г. по 31.07.2011 г. отражены в табл. № ... приложения к заключению эксперта.

5. Согласно представленным документам ООО «Север» на расчетном счете № ..., открытом в банке ..., с 10 по 13 число каждого месяца за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. располагало следующими денежными средствами:

январь:

входящий остаток на 10.01.2011 г. – 100 руб.;

поступило с 10.01.2011 г. по 13.01.2011 г. – 2200 руб.;

выбыло с 10.01.2011 г. по 13.01.2011 г. – 2000 руб.;

исходящий остаток на 13.01.2011 г. – 300 руб.;

февраль:

входящий остаток на 10.02.2011 г. – 200 руб.;

поступило с 10.02.2011 г. по 13.02.2011 г. – 2000 руб.;

выбыло с 10.02.2011 г. по 13.02.2011 г. – 2100 руб.;

исходящий остаток на 13.02.2011 г. – 100 руб.;

март:

входящий остаток на 10.03.2011 г. – 500 руб.;

поступило с 10.03.2011 г. по 13.03.2011 г. – 1000 руб.;

выбыло с 10.03.2011 г. по 13.03.2011 г. – 1500 руб.;

исходящий остаток на 13.03.2011 г. – 0 руб.

Подробный анализ движения денежных средств на расчетном счете № ... ООО «Север», открытом в банке ..., с 10 по 13 число каждого месяца за

период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. представлен в табл. № ... приложения к заключению эксперта.

6. Согласно представленным документам расходование денежных средств с расчетных счетов ООО «Север» № ... и № ..., открытых в банке ..., за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. было произведено на общую сумму 2 200 450,00 руб., в том числе:

- на оплату коммунальных услуг – 500 100,00 руб.;
- на уплату налогов и сборов – 200 100,00 руб.;
- на приобретение сырья, товаров и материалов – 1 100 050,00 руб.;
- на оплату банковских услуг – 100 050,00 руб.;
- на выплату заработной платы и алиментов – 50 150,00 руб.;
- на приобретение ГСМ – 250 000,00 руб.

Подробный анализ расходования денежных средств с расчетных счетов № ... и № ... ООО «Север», открытых в банке ..., за период с 01.01.2011 г. по 31.03.2011 г. представлен в табл. № ... приложения к заключению эксперта.

7. При отсутствии в исследуемом периоде задолженности организации перед работником по заработной плате или осуществлении выплат в размере более 50 % от подлежащей выплате суммы и/или в размере, превышающем установленный МРОТ, вывод может быть сформулирован следующим образом.

Не представляется возможным ответить на вопрос «Какими денежными средствами располагало ООО «Север» в кассе и на расчетном счете № ..., открытом в банке ..., с 10 по 13 число каждого месяца за период с 01.01.2011 г. по 31.12.2011 г., в случае осуществления в данном периоде выплат заработной платы в размере менее 50 % от подлежащей выплате суммы и/или в размере ниже установленного МРОТ?» в связи с осуществлением в ООО «Север» за период с 01.01.2011 г. по 31.12.2011 г. выплат заработной платы каждому работнику в размере более 50 % от подлежащей выплате суммы и в размере, превышающем установленный МРОТ.

### Литература

1. Налоговый кодекс РФ (часть вторая) от 5 августа 2000 г. № 117-ФЗ.
2. Трудовой кодекс РФ от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ.
3. Федеральный закон от 21 ноября 1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете».
4. Федеральный закон от 19 июня 2000 г. № 82-ФЗ «О минимальном размере оплаты труда».
5. Приказ Минфина России от 31 октября 2000 г. № 94н «Об утверждении плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организации и Инструкции по его применению».

6. Положение Банка России от 24 декабря 2004 г. № 266-П «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт».

7. Положение ЦБ РФ от 3 октября 2002 г. № 2-П «О безналичных расчетах в Российской Федерации».

8. Положение ЦБ РФ от 12 октября 2011 г. № 373-П «О порядке ведения кассовых операций с банкнотами и монетой Банка России на территории РФ».

9. «Порядок ведения кассовых операций в РФ», утвержденный ЦБ РФ от 22 сентября 1993 г. № 40.

10. Постановление Госкомстата РФ от 5 января 2004 г. № 1 «Об утверждении унифицированных форм первичной учетной документации по учету труда и его оплаты».

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ И СРЕДСТВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ВНЕБЮДЖЕТНЫХ ФОНДОВ**

*Э.Ф. Мусин, Р.С. Мелешев*

ЭКЦ МВД России

*М.М. Виноградова*

РФЦСЭ при Минюсте России

### **Экспертная задача**

Исследование движения денежных средств, выделенных из бюджетов и государственных внебюджетных фондов всех уровней<sup>1</sup>, в том числе поступления денежных средств в государственные (муниципальные) учреждения и их распределения, а также предоставления и расходования таких средств коммерческими организациями.

### **Объекты исследования**

Финансовая документация, отражающая информацию об участниках бюджетного процесса, распорядителе и получателе бюджетных средств и основании их взаимодействия, о суммах выделенных, направленных, полученных, израсходованных бюджетных средств и их целевом назначении.

---

<sup>1</sup> Далее – бюджетных средств.

**Вопросы, решаемые экспертизой**

Каким способом и в каком размере были выделены и перечислены ГУФК Минфина России денежные средства для администрации К-ского края в рамках финансирования Федеральной программы Д. в 2010–2011 гг.?

Имелось ли несоблюдение бюджетной дисциплины и правил бухгалтерского учета при получении и расходовании бюджетных средств организацией «С» на всех этапах их движения из ГУФК Минфина России до организации «С»? Если да, то в чем оно выразилось?

В полном ли объеме и в какие сроки образовательным учреждением Ш. были получены целевые средства из бюджета, выделенные на ремонт здания согласно ... (идентификационные признаки распорядительного документа)?

Осуществлялось ли бюджетное финансирование деятельности Научно-исследовательского института Ц. в период с 2010 по 2011 г. согласно представленным документам ... (перечень документов, установивших финансирование данного НИИ)? Если да, то в каком объеме?

Соответствует ли расходование учреждением К. бюджетных средств, выделенных на оплату коммунальных платежей в 2010 и 2011 гг., их целевому назначению?

Соответствует ли целевому назначению расходование бюджетных средств, выделенных на капитальный ремонт корпуса «А» учреждения К.?

Соответствует ли направление произведенных расходов из фонда П. целям и задачам, предусмотренным положением «О целевом бюджетном фонде П.» и городским нормативным правовым актом «Решение о бюджете города Д.»?

В какой форме и по каким кодам бюджетной классификации осуществлялось бюджетное финансирование учреждения Н. в период с 2010 по 2011 г.? В каком объеме, на какие цели? Поступали ли бюджетные средства на счета учреждения № ... и № ...? В какие сроки и в каком объеме?

В соответствии ли с правилами бухгалтерского учета отражены операции по оплате и оприходованию оборудования, поставленного в адрес организации Л. в рамках контракта № ... от 01.01.2011 г. на выполнение подрядных работ для государственных нужд согласно актам приемки выполненных работ?

## Сущность методики

Экспертизы назначаются при расследовании преступлений, ответственность за которые предусмотрена статьями Уголовного кодекса РФ: 159 «Мошенничество»; 160 «Присвоение или растрата»; 176 «Незаконное получение кредита»; 195 «Незаконные действия при банкротстве»; 196 «Преднамеренное банкротство»; 201 «Злоупотребление полномочиями»; 285 «Злоупотребление должностными полномочиями»; 285.1 «Нецелевое расходование бюджетных средств»; 285.2 «Нецелевое расходование средств государственных внебюджетных фондов»; 286 «Превышение должностных полномочий»; 293 «Халатность».

Участниками бюджетного процесса являются лица/органы, обладающие бюджетными полномочиями, – Президент Российской Федерации, органы законодательной (представительной) власти, органы исполнительной власти (высшие должностные лица субъектов Федерации, главы местного самоуправления, финансовые органы, осуществляющие сбор доходов бюджетов, другие уполномоченные органы), органы кредитно-денежного регулирования, органы государственного и муниципального финансового контроля, государственные внебюджетные фонды, главные распорядители и распорядители бюджетных средств, другие органы, на которые возложены бюджетные, налоговые и иные полномочия; также к участникам бюджетного процесса относятся государственные и муниципальные унитарные предприятия, чья деятельность осуществляется за счет средств соответствующего бюджета и на основе бюджетной сметы, другие получатели бюджетных средств, кредитные организации, осуществляющие операции со средствами бюджетов и государственных внебюджетных фондов.

Движение денежных потоков, источниками которых являются бюджетные и внебюджетные денежные средства (фонды), может осуществляться как по счетам учреждений и организаций, состоящих на федеральном, региональном и местном бюджете, финансируемых из государственных внебюджетных фондов, которые созданы государством и органами местного самоуправления в целях удовлетворения потребностей населения в безопасности, здравоохранении, образовании, культуре, искусстве, спорте, социальном обеспечении и жилищно-коммунальном обслуживании, так и по счетам коммерческих организаций, которые на основании заключенных контрактов, договоров, соглашений, агентских соглашений (договоров) были привлечены к выполнению каких-либо работ, оказанию услуг.

Сфера бюджетных отношений регламентирована на федеральном, региональном и местном уровнях [1, 5–11, 13]; кроме того, она характеризуется специфической терминологией, основные определения (понятия, термины) разъяснены в ст. 6 Бюджетного кодекса РФ.

Особенность этой области экономической деятельности заключается в том, что выделение бюджетных средств, их целевое назначение, объем, условия и порядок их предоставления и расходования, как правило, детально определяются нормативными документами (например, порядок отнесения производимых расходов на соответствующие коды бюджетной классификации (правила применения бюджетной классификации участниками бюджетного процесса всех уровней) определяется указаниями о порядке применения бюджетной классификации РФ [14], которые утверждаются ежегодно), а движение (получение и расходование) подотчетно, проверяемо и строго фиксируется документально.

Бухгалтерский учет в бюджетных организациях отличается от учета в коммерческих прежде всего тем, что организован в разрезе статей бюджетной классификации. Его основной задачей является точный учет и контроль расходов (исполнения смет расходов), осуществляемых такими организациями.

Все средства, выделяемые из федерального бюджета, бюджетов субъектов Федерации и местных бюджетов, носят целевой характер. Это означает, что бюджетные ассигнования и лимиты бюджетных обязательств доводятся до конкретных получателей бюджетных средств с указанием цели их использования (ст. 38 Бюджетного кодекса РФ).

Статьей 215.1 БК РФ установлено казначейское исполнение бюджета на основе единства кассы и подведомственности расходов. Учет операций по исполнению бюджета, кассовое обслуживание исполнения бюджетов бюджетной системы РФ производятся на лицевых счетах в Федеральном казначействе или финансовом органе субъекта Федерации. Расходы бюджетных учреждений осуществляются в разрезе кодов бюджетной классификации РФ.

Понятие «нецелевое использование бюджетных средств» закреплено ст. 289 БК РФ, согласно положениям которой под нецелевым понимается использование средств бюджета на цели, не соответствующие условиям их получения. При этом такие условия определены утвержденным бюджетом, бюджетной росписью, уведомлением о бюджетных ассигнованиях, сметой доходов и расходов, иным право-

вым основанием их получения (например, договором, соглашением на получение бюджетных кредитов или бюджетных ссуд).

Понятие «хищение» приведено в примечании 1 к ст. 158 УК РФ «Кража» и означает совершенные с корыстной целью противоправное безвозмездное изъятие и/или обращение чужого имущества в пользу виновного или других лиц, причинивших ущерб собственнику или иному владельцу этого имущества.

### **Перечень подзадач**

Определение соответствия способов получения/расходования бюджетных средств правилам, требованиям и положениям, закрепленным нормативными, распорядительными документами.

Определение объемов бюджетных средств, выделенных и поступивших на счета конкретных получателей.

Определение полноты и своевременности финансирования бюджетных учреждений или участников целевой программы.

Определение соответствия направления расходования выделенных бюджетных средств их целевому назначению (целям и задачам), предусмотренному нормативными документами (в данном случае целевое назначение должно трактоваться как соответствие произведенных расходов их перечню, закрепленному конкретным нормативным документом).

Установление сумм нецелевого использования бюджетных средств (расходования средств, выделенных из соответствующего бюджета на товарно-материальные ценности, работы, услуги и иные нужды, не указанные в конкретном перечне, списке, смете или аналогичном документе, утвержденном нормативным актом).

Установление соблюдения условий выделения, получения, целевого использования и возврата (в случае предоставления средств на возвратной основе) бюджетных средств.

Определение величины денежных средств, выделенных из бюджета и перечисленных в оплату товаров, работ, услуг, выполненных согласно договору, контракту.

Определение документальной обоснованности и подтвержденности исполнения программы бюджетного финансирования с учетом ее этапов, в том числе полноты и своевременности поступления приобретенного оборудования, выполнения предписанных контрактом работ, услуг.

Определение соответствия правилам бухгалтерского учета отражения финансовых и хозяйственных операций, выполненных в рамках бюджетного контракта.

### *Пределы компетенции эксперта*

При экспертном исследовании получения и расходования бюджетных средств анализируются и сопоставляются все имеющиеся идентификационные и логические признаки финансовых операций по движению выделенных сумм. В ряде случаев могут совпадать такие существенные признаки, как получатель и сумма платежа, однако различными будут государственные программы, в которых участвует конкретный субъект и в рамках которых денежные средства зачислялись ему на счет. Непринятие этих признаков во внимание приводит эксперта к ошибке в выводах.

*Пример.* Хозяйствующий субъект участвовал в двух программах государственного финансирования по линии здравоохранения, по которым ему должны были перечислить 3,5 и 2,0 млн руб. несколькими траншами по 1,5 и 1,0 млн руб. на покупку медицинского оборудования, но вопросы эксперту поставлены только в отношении выполнения одной программы. При проведении исследования эксперт проанализировал общую сумму поступлений денежных средств на лицевой счет и сделал вывод, что программа профинансирована в полном объеме, следовательно, у субъекта не возникало объективных обстоятельств по задержке расчетов с контрагентами-поставщиками (последнее повлекло за собой начисление штрафов, суммы которых были погашены за счет бюджетных средств и квалифицировались как ущерб бюджету). Однако именно эта программа не была профинансирована из бюджета полностью и в установленные сроки, что показала повторная экспертиза, а экспертом были ошибочно суммированы денежные средства двух программ.

Как правило, целевые программы, программы по социально значимым мероприятиям, полностью или частично финансируемые за счет бюджетных средств, разрабатываются органом исполнительной власти, органом местного самоуправления и утверждаются путем принятия соответствующего закона, распоряжения, постановления. При проведении исследования необходимо учитывать адресность и целевой характер использования бюджетных средств – они выделяются конкретным получателям, на конкретные цели и по конкретной строке (коду) бюджетных расходов. Однако это не означает, что эксперт-экономист может выносить буквальное суждение о соответствии/несоответствии расходов, произведенных получателем бюджетных средств, общим целям программы/мероприятия.

Нормативный акт, утверждающий целевую программу, включает в себя паспорт программы, в котором определены ее цели и задачи. Как правило, они характеризуются категориями «улучшение качества обслуживания населения», «предоставление большего объема услуг», «повышение доступности и качества образования», «переселение жителей районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий», «повышение качества диагностического обследования населения», «укрепление материально-технической базы лечебно-профилактических учреждений», «дальнейшее развитие практического здравоохранения», «сохранение культурного наследия», «комплексное развитие и реализация культурного потенциала» и др. У эксперта-экономиста нет достаточных оснований и объективных критериев для того, чтобы определить, каким образом соотносятся заявленная в программе общая цель и конкретный расход денежных средств, отраженный в документе на закупку какого-либо оборудования, оплату выполненных работ, оказанных услуг.

Подробная детализация закупаемого в рамках целевой программы оборудования, других материальных ценностей в разрезе их получателей, а также название, описание и объемы предусмотренных работ, услуг, их количество и стоимость фиксируются в отдельном приложении к программе с указанием источников финансирования (например, федеральный или областной бюджет). В случае принятия соответствующими органами государственной власти постановлений или издания распоряжений в целях реализации социально значимых мероприятий детализация по организациям – получателям бюджетных средств, перечень конкретных финансируемых затрат (например, списки оборудования, программного обеспечения, необходимых лицензий, вспомогательных материалов, оснастки, запчастей и др.) могут содержаться в основном тексте документа, приложениях к нему, а также в договорах, соглашениях, контрактах, заключенных в соответствии с такими постановлениями/распоряжениями.

Именно руководствуясь утвержденным перечнем, списком, протоколом согласования сметы затрат или иным детализирующим документом, сопоставляя содержащиеся в них данные со сведениями, отраженными в документах, подтверждающих произведенные расходы, эксперт может делать вывод о соответствии/несоответствии расходов выделенных бюджетных средств заданной цели.

Под целевым расходованием бюджетных средств следует понимать расходование выделенных из соответствующего бюджета средств на материально-технические ценности и иные нужды, указанные в конкретном перечне, списке, смете. Если утверждение такого перечня документами не предусмотрено, то эксперт-экономист решает задачу в той мере, в какой позволяют имеющиеся в его распоряжении материалы дела, не используя при этом только бытовую или житейскую логику. Важно выявить и учесть необходимые идентификационные признаки. Так, эксперт может воспользоваться сведениями из оперативных документов, например, о фактическом наличии/отсутствии конкретного объекта в заданном месте, зафиксированными в протоколе допроса разъяснениями специалиста об отнесении выполненных работ к работам, необходимым для определенного этапа строительства объекта. Но при этом ошибочным будет вывод, например, о том, что если вырыт котлован и заложен фундамент здания, то цель расходования средств соблюдена – необходимо документальное подтверждение того, что указанные работы выполнялись именно для строительства того объекта (комплекса объектов), на который выделялись конкретные бюджетные средства.

Характерной особенностью экспертного исследования является то, что в ряде случаев для решения поставленного вопроса кроме применения специальных экономических знаний необходимо использовать и знания из других областей (как правило, технических или технологических). При ответе на вопрос о целевом/нецелевом использовании средств, выделенных из бюджета на финансирование конкретной программы, эксперт-экономист опирается на тот список закупаемых на бюджетные средства товарно-материальных ценностей или перечень выполняемых работ, который к ней приложен (например: для выполнения программы под условным названием «Здоровье» в списке будут перечислены медицинские приборы и товары; для программ «Жилье» или «Дороги» указывается поэтапный план строительных работ и перечень закупаемых соответствующих материалов, машин, оборудования; для программы «Интеграция инвалидов» – перечень предметов, необходимых для оснащения рабочих мест людей с ограниченными возможностями; для программы по НИОКР – перечень научных и проектных изысканий, работ, технические задания). Однако наименования, перечисленные в утвержденном перечне, могут не целиком совпадать с наименованиями, отраженными в платежных и иных документах, представленных в подтверждение понесенных расходов.

При расхождении в наименованиях товарно-материальных ценностей или выполненных работ, отсутствии информации об их идентичности может быть сделан неверный вывод о расходовании средств на цели, не предусмотренные государственной программой (по несовпадающим позициям)<sup>1</sup>.

Следует разделять компетенцию судебного эксперта-экономиста и компетенцию органов, осуществляющих финансовый контроль, контроль за расходованием бюджетных средств.

Эксперт не вправе судить о том, соответствует ли отчет об исполнении бюджета действующему законодательству, – это прерогатива законодательных и представительных органов государственной власти, представительных органов местного самоуправления, осуществляющих мероприятия «последующего контроля» в ходе рассмотрения и утверждения отчетов об исполнении бюджетов.

Финансовый контроль со стороны органов исполнительной власти, местного самоуправления осуществляют Минфин России, Федеральное казначейство, финансовые органы субъектов Федерации и муниципальных образований, главные распорядители и распорядители бюджетных средств. К их прерогативе относятся: проверка правильности расходования бюджетных средств; соблюдение лимитов бюджетных обязательств; контроль за использованием бюджетных средств получателями в части обеспечения их целевого использования, своевременного возврата бюджетных кредитов, ссуд, правомерности предоставления и использования финансовых и налоговых льгот и преимуществ и т.д.

Сотрудники Счетной палаты, Федеральной службы финансово-бюджетного надзора в ходе контрольных мероприятий и проверок,

---

<sup>1</sup> Перед назначением судебной экономической экспертизы следователь проводит допрос специалиста для разъяснения необходимых обстоятельств (например, является ли закупленный согласно платежному поручению прибор именно тем, который указан в списке; или относятся ли выполненные строительные работы к мероприятиям, поименованным в соответствующей смете).

Кроме того, может быть назначено комплексное исследование с привлечением лица, владеющего техническими/технологическими знаниями (например, для решения вопросов о соответствии функциональных и иных характеристик прибора, разработанного в рамках НИОКР, принятому техническому заданию; эксперт-экономист в данном случае констатирует правильность и полноту отражения всех финансовых и хозяйственных операций в учетных и иных документах заказчика и исполнителя работ, а эксперт технической специальности делает вывод о том, была ли достигнута цель, на которую выделялись средства, – разработка прибора с заданными характеристиками).

кроме документальной проверки правильности и целевого использования бюджетных средств, выделенных на реализацию конкретной программы, выезжают на место предполагаемого нахождения материальных ценностей, приобретенных в соответствии с целевой программой, место выполнения работ, оплаченных из бюджетных источников. Они могут выносить суждения о том, являются ли полученные (закупленные на выделенные из бюджета средства) товарно-материальные ценности новыми, ранее не использованными; отвечают ли техническим требованиям, пригодны ли к использованию; оснащены ли всеми необходимыми материалами, комплектующими для обеспечения работоспособности; разрешено ли закупленное оборудование к применению на территории РФ; устанавливают наличие фактов неэксплуатации полученного оборудования, использования его не по прямому назначению.

Наличие или отсутствие нарушений действующего законодательства в расходовании бюджетных средств – правовая оценка действий лиц, участвующих в бюджетном процессе, относится к компетенции следователя, а также органов финансового контроля.

В частности, экспертом не могут быть в выводе применены конструкции типа «руководитель учреждения действовал правильно/неправильно», «решение, принятое руководителем И., повлекло неэффективное расходование средств» и др.

На местных и региональных уровнях издается большое количество локальных нормативных актов, распорядительных документов, касающихся получения/расходования бюджетных средств, выделенных на финансирование конкретных программ или определенным получателям, поэтому к компетенции эксперта не относятся вопросы, подразумевающие поиск таких документов, а также трактовку их содержания. Все относящиеся к конкретному следственному эпизоду нормативные документы должны быть предоставлены эксперту.

При наличии противоречий в нескольких взаимосвязанных нормативных документах, регламентирующих порядок получения/расходования бюджетных средств, эксперт не должен самостоятельно определять их приоритет (для разъяснений он может обратиться к органу/лицу, назначившему экспертизу)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> При отсутствии ясности эксперт составляет альтернативный вывод – в соответствии с нормами каждого из противоречивых документов (если позволяет имеющаяся в распоряжении эксперта информация) или отказывается от решения вопроса (или его части, которая связана с противоречиями в нормативных документах).

Вопросы, связанные с определением эффективности расходования бюджетных средств, не рассматриваются и требуют дополнительного методического обеспечения. Для решения таких вопросов требуется оценка, например, по следующим критериям:

поставленные задачи могли быть выполнены получателем бюджетных средств с использованием меньшего объема ресурсов;

оборудование, предназначенное для обеспечения требуемого уровня качества, сроков поставки и др., было доступно на открытом рынке по более низкой цене;

при использовании данного объема бюджетных средств можно было достигнуть лучшего результата.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с представленными объектами исследования.

2. Анализ достаточности объектов исследования<sup>1</sup>. Если документов недостаточно, – направление ходатайства о предоставлении необходимых дополнительных документов (возможно на любом этапе экспертизы).

3. Изучение нормативных документов, определяющих целевое назначение и регламентирующих выделение, получение, расходование выделенных из бюджета сумм, объемов бюджетных средств.

4. Определение экономического содержания операций путем извлечения из объектов исследования сведений о финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица и движения бюджетных средств (получении и расходовании);

---

<sup>1</sup> Оценка достоверности представленных объектов исследования осуществляется следователем. Эксперт при производстве экспертизы принимает документы как достоверно отражающие финансово-хозяйственную деятельность исследуемого лица. В связи с тем что при совершении преступлений, направленных на хищение и нецелевое использование бюджетных средств, информация о финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица может умышленно искажаться в целях сокрытия следов преступления, следователь должен указать в постановлении о назначении экспертизы на несоответствие учетных данных фактическим обстоятельствам дела. Фиктивность отдельных операций, совокупности сделок, эпизодов финансово-хозяйственной деятельности, а также ненадлежащее их исполнение устанавливаются следователем до назначения судебно-экономической экспертизы и включаются в постановление о назначении экспертизы в качестве исходных данных.

Для корректного описания исходных данных в постановлении о назначении экспертизы рекомендуется привлечение сотрудников экспертно-криминалистических подразделений в качестве специалистов на стадии назначения экспертизы.

анализ направления расходования выделенных бюджетных средств;

сопоставление направления расходования бюджетных средств в пределах выделенных объемов с их целевым назначением;

определение полноты финансирования целевых программ, смет, соблюдения последовательности этапов реализации финансируемых программ;

определение полноты и правильности отражения операций в документах бухгалтерского учета и отчетности как распорядителя, так и конечного получателя средств.

5. Определение показателей финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица или отдельных финансовых параметров, характеризующих движение бюджетных ресурсов (в зависимости от поставленной экспертной задачи).

6. Формулирование выводов и оформление результатов проведенного исследования.

При ознакомлении с представленными материалами дела эксперт руководствуется идентификационными признаками хозяйствующего субъекта, которые выделил и указал следователь. Эти признаки эксперт описывает в своем заключении. Для юридического лица (организации) такими признаками являются следующие:

наименование юридического лица [2, ч. 1 ст. 54];

данные о государственной регистрации юридического лица [2, ч. 1 ст. 51];

местонахождение юридического лица [2, ч. 1 ст. 54];

идентификационный номер налогоплательщика и наименование налогового органа, в котором организация состоит на учете;

коды по общероссийским и общесоюзным классификаторам.

Достаточность объектов исследования – это характеристика материалов дела, представленных эксперту в качестве объектов исследования, означающая возможность дачи на основе их исследования категоричных выводов по поставленным вопросам. Оценка достаточности объектов исследования неотделима от самого процесса исследования, в том числе определения экономического содержания изучаемых хозяйственных и финансовых операций. На начальной стадии производства экспертизы проводится первичная оценка достаточности объектов исследования, под которой понимается оценка только по внешним признакам достаточности (формальное наличие необходимых видов

объектов исследования и формальная полнота конкретных объектов внутри каждого вида).

При изучении данных бюджетного учета и установления направлений движения бюджетных ресурсов наиболее часто используются следующие документы.

На уровне регистров:

Журнал операций по счету «Касса»; Журнал операций с безналичными денежными средствами; Журнал операций расчетов с подотчетными лицами; Журнал операций расчетов с поставщиками и подрядчиками; Журнал операций расчетов с дебиторами по доходам; Журнал операций расчетов по оплате труда; Журнал операций по выбытию и перемещению нефинансовых активов; Журнал по прочим операциям; Главная книга.

На уровне отчетности:

Форма по ОКУД 0503130 Баланс главного распорядителя, распорядителя, получателя бюджетных средств; главного администратора, администратора источников финансирования дефицита бюджета; главного администратора, администратора доходов бюджета; ф. 0503125 Справка по консолидируемым расчетам; ф. 0503110 Справка по заключению счетов бюджетного учета отчетного финансового года; ф. 0503127 Отчет об исполнении бюджета главного распорядителя, распорядителя, получателя бюджетных средств, главного администратора, администратора источников финансирования дефицита бюджета, главного администратора, администратора доходов бюджета; ф. 0503137 Отчет об исполнении смет доходов и расходов по приносящей доход деятельности главного распорядителя, распорядителя, получателя бюджетных средств; ф. 0503121 Отчет о финансовых результатах деятельности.

Выписки из счетов по учету бюджетных средств – расчетных, текущих, лицевых, бюджетных счетов, открытых в кредитных организациях; справки по расчетным счетам с приложенными первичными документами, отражающими поступление и расходование денежных средств, выделяемых из бюджета.

Кассовые книги; Отчеты кассира и приложенные к ним приходные и расходные кассовые ордера или заменяющие их документы, отражающие движение бюджетных средств в наличной форме.

Накладные; Акты приема-передачи товарно-материальных ценностей; Акты о выполнении работ; Акты об оказании услуг; Счета,

Счета-фактуры и иные первичные учетные документы, свидетельствующие о совершении хозяйственной операции, на выполнение которой выделялись бюджетные средства.

Целевые программы, в рамках которых выделялись бюджетные средства; договоры, контракты, дополнительные соглашения и приложения к ним, оформляющие взаимоотношения получателя бюджетных денежных средств и его контрагентов; Акты сверки по результатам исполнения этих договоров.

Документы, отражающие сведения об исследуемой организации и особенностях ее учета (в том числе сведения об открытых счетах, о юридическом адресе, государственной регистрации, постановке организации на налоговый учет, об основных видах деятельности организации, сведения о руководителе и главном бухгалтере исследуемой организации и т.д.)<sup>1</sup>.

Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету экспертизы: материалы «чернового» или неофициального учета, заключения экспертов других специальностей (например, заключения экспертов по строительно-технической или компьютерно-технической экспертизам), отчеты оценщиков, протоколы следственных и судебных действий (в том числе протоколы допросов участников уголовного судопроизводства) и др.

В зависимости от решаемой задачи целесообразно запросить и изучить как распорядительные документы, на основании которых средства выделялись из бюджета, так и документы, по которым полученные средства расходовались.

Процедура документооборота, т.е. согласования с конкретными участниками размещения заказа, устанавливается определенным механизмом. Функции госзаказчика (главного распорядителя) заключаются в том числе в перечислении денежных средств. Деньги из бюджета перечисляются главному распорядителю на лицевой счет, с которого затем списываются по финансовым документам конкретному получателю. Наличие разрешительных надписей на расходных бюджетных документах является неотъемлемой частью санкционирования бюджетного процесса. Следовательно, вся согласовательная

---

<sup>1</sup> Деловая переписка, раскрывающая суть хозяйственных отношений, не относится к непосредственным объектам экспертного исследования, но может служить дополнительным источником информации для эксперта.

документация, которая устанавливает, например, лимит размещения заказов, к моменту производства экспертизы уже сформирована и может быть изучена экспертом.

Кассовые расходы бюджета по целевым программам различаются по наименованию, коду бюджетной классификации, экономическим статьям, что позволяет эксперту идентифицировать исследуемые суммы.

Расходование полученных из бюджета денежных средств конечным получателем исследуется на основании анализа данных заключенного государственного контракта, в котором указаны поставщик, получатель, общая сумма контракта с разделением ее на товарные позиции или позиции по выполняемым работам/оказываемым услугам, а также по данным приложенных в подтверждение исполнения контракта счетов, счетов-фактур, товарных накладных, актов приема-передачи, актов выполненных работ, платежных документов и др.

При проведении исследования эксперт руководствуется нормативными правовыми актами, регламентирующими порядок предоставления, получения и расходования бюджетных средств, в том числе коммерческими организациями, а также порядок учета финансово-хозяйственной деятельности в бюджетных организациях [1, 5–11, 13]. При производстве экспертизы также используются нормативные правовые акты, регламентирующие учет финансово-хозяйственной деятельности коммерческих организаций [3, 4, 12, 15–42, 44].

Кроме того, исходя из конкретных условий, периода и специфики хозяйствующего субъекта, чья деятельность по операциям с бюджетными средствами является предметом экспертного исследования, экспертом должны приниматься во внимание следующие нормы:

положения, содержащиеся в иных нормативных документах, в том числе в приказах Минфина России, регламентирующих порядок и условия перечисления бюджетных средств для финансирования расходов и мероприятий федерального бюджета<sup>1</sup>, конкретной государствен-

---

<sup>1</sup> В них могут включаться существенные для экспертного исследования моменты (например, финансирование через систему счетов органов Федерального казначейства или через счета главных и нижестоящих распорядителей средств федерального бюджета, запрет на открытие текущих счетов по учету средств федерального бюджета главных распорядителей средств в коммерческих банках, а допустимость их открытия только в учреждениях Банка России; при этом в ходе экспертизы будет установлено (подтверждена версия следствия), что согласно распоряжению местных органов власти счета были открыты в коммерческом банке и деньги перечислялись на бюджетные счета сразу, а до потребителей средств доходили спустя полгода, так как счет был заблокирован).

ной программы, выделения государственных инвестиций, субсидий на конкретные цели;

законы о федеральном бюджете на тот год (тот период), в котором происходила реализация государственной программы, – содержат информацию о расходных статьях по средствам, предназначенным на конкретные цели;

принятые государственные целевые программы, для реализации которых перечислялись средства из бюджета, – содержат информацию о сути программы, перечне мероприятий по ее поэтапной реализации, источниках финансирования программы и т.п.

Определение экономического содержания операций, сведения о которых содержатся в материалах дела, осуществляется по видам активов (пассивов) и характеру их движения (наличие, увеличение или уменьшение) со ссылками на объекты исследований.

*Пример.* Несмотря на отражение в бухгалтерских документах некоей суммы как поступившей в погашение имевшейся задолженности, перечисление денежных средств по платежному поручению ГУФК Минфина России на бюджетный счет ГФУ администрации Т-ского края по экономическому содержанию являлось прямым целевым бюджетным финансированием субъекта Федерации по программе Ж., поскольку в документах имелись необходимые идентификационные признаки и соответствующие кодировки.

Направление расходования средств, выделенных из бюджета, проводится на основании данных выписок из расчетного/лицевого счета хозяйствующего субъекта, на который они были зачислены, платежных поручений, мемориальных ордеров с учетом указанных в них назначений платежей и имеющихся кодировок.

При небольшом количестве объектов исследования устанавливать экономическое содержание отдельных операций следует непосредственно в исследовательской части заключения эксперта; при большом количестве – в приложениях к заключению эксперта; итоговые данные отражаются в исследовательской части заключения со ссылками на приложения.

Определение конкретных показателей финансово-хозяйственной деятельности или финансовых параметров движения бюджетных ресурсов осуществляется в зависимости от поставленной экспертной задачи и сведений о финансово-хозяйственных операциях, установленных на предыдущем этапе.

Определение размера и направлений расходования бюджетных средств, поступивших на расчетные счета получателя, осуществляется по частной методике (для ситуаций, связанных с использованием в схеме расходования бюджетных средств не только технических фирм, не ведущих иных расчетов, кроме исследуемых, но также и организаций, реально осуществляющих финансово-хозяйственную деятельность и/или получающих на свои расчетные счета выручку от реализации товаров (работ, услуг) и иные доходы в денежном виде).

Если исследуемые организации имеют на счетах суммы денежных средств, превосходящие поступающие бюджетные средства, то бюджетные ресурсы теряются в общей массе денежных средств, находящихся на счетах организаций, в результате чего экспертам не представляется возможным идентифицировать бюджетные средства в конкретных произведенных операциях.

Однако, когда в интересующие следствие дни на счетах исследуемого лица осуществлялось незначительное движение денежных средств (осуществленные приходные и расходные операции незначительны), а также когда величина рассматриваемого платежа превосходит сумму денежных средств, находившихся на расчетном счете, и сумму поступлений денежных средств от иных контрагентов (источников), эксперт имеет возможность идентифицировать бюджетные средства в операциях, произведенных в рассматриваемый день.

Частная методика подразумевает проведение следующих этапов<sup>1</sup>.

1. Определение минимальной суммы денежных средств, которая была израсходована в данный день в размере «не менее ... руб.» из поступивших бюджетных средств, без которой невозможно осуществить интересующий платеж (расходную операцию): из интересующего платежа вычитается остаток денежных средств на конец рассматриваемого операционного дня:

$$МС = БС - КО,$$

где МС – минимальная сумма бюджетных средств, которая была израсходована в данный день;

БС – сумма поступивших бюджетных средств;

КО – остаток денежных средств на конец рассматриваемого дня.

2. Определение минимальной суммы бюджетных средств в произведенном платеже:

---

<sup>1</sup> Более подробно см. [43].

$$\text{МСБ} = \text{МС} - \text{ИР},$$

где МСБ – минимальная сумма денежных средств в произведенном платеже (расходной операции), сформированная за счет бюджетных средств;

МС – минимальная сумма бюджетных средств, которая была израсходована в данный день (определена на 1 этапе);

ИР – сумма израсходованных с расчетного счета денежных средств, за исключением рассматриваемой расходной операции.

### Формулирование выводов эксперта

По результатам исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

#### *Примеры.*

1. Денежные средства для администрации К-ского края в рамках финансирования Федеральной программы Д. были выделены и перечислены ГУФК Минфина России в 2010–2011 гг. в виде субсидий в размере 26,5 млн руб.

2. Несоблюдение бюджетной дисциплины и правил бухгалтерского учета при получении и расходовании бюджетных средств организацией С. имело место в части неотражения операции ... в размере ... руб. и отсутствия оправдательного документа ... на сумму ... руб.

3. Согласно распорядительному документу ... образовательным учреждением Ш. в период с 1 июля 2010 г. по 31 декабря 2011 г. были получены целевые средства из бюджета, выделенные на ремонт здания, не в полном объеме. Сумма поступивших в указанный период средств из бюджета, выделенных на ремонт здания, составила ... руб.

4. Согласно представленным документам ... (перечень документов) в период с 2010 по 2011 г. осуществлялось бюджетное финансирование деятельности Научно-исследовательского института Ц. в объеме ... руб.

5. Расходование бюджетных средств, выделенных учреждению К. на оплату коммунальных платежей в сумме ... руб. в 2010 и 2011 гг., соответствует их целевому назначению.

6. Расходование бюджетных средств, выделенных на капитальный ремонт корпуса «А» учреждения К. в размере 1 200 000 руб., не соответствует целевому назначению и осуществлено на приобретение автомобиля ... по договору № ... от 01.01.2011 г. у организации Ф.

7. Направление производственных расходов из фонда П. соответствует целям и задачам, предусмотренным положением «О целевом бюджетном фонде П.» и городским нормативным правовым актом «Решение о бюджете города Д.».

8. Бюджетное финансирование учреждения Н. в период с 2008 по 2011 г. осуществлялось в форме субсидий по следующим кодам классификации:

КБК	Объем	Цель

Бюджетные средства поступили на счета № ..., № ... учреждения Н. 25.02.2008 г. в объеме ... руб., 15.06.2009 г. в объеме ... руб., 05.12.2010 г. в объеме ... руб., 15.03.2011 г. в объеме ... руб.

9. Операции по оплате и оприходованию оборудования, поставленного в адрес организации Л. в рамках контракта № ... от 01.01.2011 г. на выполнение подрядных работ для государственных нужд согласно актам приемки выполненных работ, отражены в соответствии с правилами бухгалтерского учета.

### Литература

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации.
3. Федеральный закон от 21 ноября 1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете в Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 6 декабря 2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете».
5. Единый план счетов бухгалтерского учета для органов государственной власти (государственных органов), органов местного самоуправления, органов управления государственными внебюджетными фондами, государственных академий наук, государственных (муниципальных) учреждений и Инструкция по его применению, утвержденные приказом Минфина России от 1 декабря 2010 г. № 157н<sup>1</sup>.
6. Инструкция о порядке составления и представления годовой, квартальной и месячной отчетности об исполнении бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, утвержденная приказом Минфина России от 28 декабря 2010 г. № 191н<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Документы вступили в силу с 1 января 2011 г. До этого с 1 января 2009 г. действовала Инструкция по бюджетному учету, утвержденная приказом Минфина России от 30 декабря 2008 г. № 148н.

<sup>2</sup> Применяется, начиная с бюджетной отчетности на 1 февраля 2011 г. До этого с 1 января 2009 г. действовала Инструкция с аналогичным названием, утвержденная приказом Минфина России от 13 ноября 2008 г. № 128н.

7. Общие требования к порядку составления, утверждения и ведения бюджетной сметы казенного учреждения, утвержденные приказом Минфина России от 20 ноября 2007 г. № 112н<sup>1</sup>.

8. Перечни унифицированных форм первичных учетных документов, регистров бухгалтерского учета, применяемых органами государственной власти (государственными органами), органами местного самоуправления, органами управления государственными внебюджетными фондами, государственными академиями наук, государственными (муниципальными) учреждениями, и Методические указания по применению форм первичных учетных документов и формированию регистров бухгалтерского учета, утвержденные приказом Минфина России от 15 декабря 2010 г. № 173н.

9. План счетов бухгалтерского учета автономных учреждений и Инструкция по его применению, утвержденные приказом Минфина России от 23 декабря 2010 г. № 183н.

10. План счетов бухгалтерского учета бюджетных учреждений и Инструкция по его применению, утвержденные приказом Минфина России от 16 декабря 2010 г. № 174н.

11. План счетов бюджетного учета и Инструкция по его применению, утвержденные приказом Минфина России от 6 декабря 2010 г. № 162н.

12. Положение о порядке ведения кассовых операций с банкнотами и монетой Банка России на территории Российской Федерации (утв. Банком России 12 октября 2011 г. № 373-П).

13. Правила ведения организациями, выполняющими государственный заказ за счет средств федерального бюджета, раздельного учета результатов финансово-хозяйственной деятельности, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 19 января 1998 г. № 47.

14. Приказ Минфина России и МНС России от 13 августа 2002 г. № 86н/БГ-3-04/430 «Об утверждении Порядка учета доходов и расходов и хозяйственных операций для индивидуальных предпринимателей».

15. Приказ Минфина России от 13 июня 1995 г. № 49 «Об утверждении методических указаний по инвентаризации имущества и финансовых обязательств».

---

<sup>1</sup> Документ получил название в приказе от 30 июля 2010 г. № 84н.

16. Приказ Минфина России от 29 июля 1998 г. № 34н «Об утверждении Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации».

17. Приказ Минфина России от 25 ноября 1998 г. № 56н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „События после отчетной даты” (ПБУ 7/98)».

18. Приказ Минфина России от 6 мая 1999 г. № 32н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Доходы организации” (ПБУ 9/99)».

19. Приказ Минфина России от 6 мая 1999 г. № 33н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Расходы организации” (ПБУ 10/99)».

20. Приказ Минфина России от 6 июля 1999 г. № 43н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Бухгалтерская отчетность организации” (ПБУ 4/99)».

21. Приказ Минфина России от 16 октября 2000 г. № 92н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет государственной помощи” (ПБУ 13/2000)».

22. Приказ Минфина России от 31 октября 2000 г. № 94н «Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и инструкции по его применению».

23. Приказ Минфина России от 30 марта 2001 г. № 26н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет основных средств” (ПБУ 6/01)».

24. Приказ Минфина России от 9 июня 2001 г. № 44н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет материально-производственных запасов” (ПБУ 5/01)».

25. Приказ Минфина России от 2 июля 2002 г. № 66н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Информация по прекращаемой деятельности” (ПБУ 16/02)».

26. Приказ Минфина России от 19 ноября 2002 г. № 114н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет расчетов по налогу на прибыль организаций” (ПБУ 18/02)».

27. Приказ Минфина России от 19 ноября 2002 г. № 115н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет расходов на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы” (ПБУ 17/02)».

28. Приказ Минфина России от 10 декабря 2002 г. № 126н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет финансовых вложений” (ПБУ 19/02)».

29. Приказ Минфина России от 24 ноября 2003 г. № 105н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Информация об участии в совместной деятельности” (ПБУ 20/03)».

30. Приказ Минфина России от 27 ноября 2006 г. № 154н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет активов и обязательств, стоимость которых выражена в иностранной валюте” (ПБУ 3/2006)».

31. Приказ Минфина России от 27 декабря 2007 г. № 153н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет нематериальных активов” (ПБУ 14/2007)».

32. Приказ Минфина России от 29 апреля 2008 г. № 48н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Информация о связанных сторонах” (ПБУ 11/2008)».

33. Приказ Минфина России от 6 октября 2008 г. № 106н «Об утверждении положений по бухгалтерскому учету» (вместе с «Положением по бухгалтерскому учету „Учетная политика организации” (ПБУ 1/2008)», «Положением по бухгалтерскому учету „Изменения оценочных значений” (ПБУ 21/2008)»).

34. Приказ Минфина России от 6 октября 2008 г. № 107н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет расходов по займам и кредитам” (ПБУ 15/2008)».

35. Приказ Минфина России от 24 октября 2008 г. № 116н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет договоров строительного подряда” (ПБУ 2/2008)».

36. Приказ Минфина России от 28 июня 2010 г. № 63н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Исправление ошибок в бухгалтерском учете и отчетности” (ПБУ 22/2010)».

37. Приказ Минфина России от 2 июля 2010 г. № 66н «О формах бухгалтерской отчетности организаций».

38. Приказ Минфина России от 8 ноября 2010 г. № 143н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Информация по сегментам” (ПБУ 12/2010)».

39. Приказ Минфина России от 13 декабря 2010 г. № 167н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Оценочные обязательства, условные обязательства и условные активы” (ПБУ 8/2010)».

40. Приказ Минфина России от 2 февраля 2011 г. № 11н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Отчет о движении денежных средств” (ПБУ 23/2011)».

41. Приказ Минфина России от 6 октября 2011 г. № 125н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет затрат на освоение природных ресурсов” (ПБУ 24/2011)».

42. Приказ Минфина России от 21 декабря 2011 г. № 180н «Об утверждении указаний о порядке применения бюджетной классификации Российской Федерации».

43. Рекомендации по назначению и производству бухгалтерских экспертиз по определению источников формирования и (или) направлений использования исследуемого перечисления при анализе движения денежных средств по расчетному счету (Письмо ЭКЦ МВД России, исх. № 37/26-6610 от 30.10.2012 г.).

44. Решение Совета директоров ЦБР от 22 сентября 1993 г. № 40 «Порядок ведения кассовых операций в Российской Федерации».

45. Судебно-экономическая экспертиза в органах внутренних дел Российской Федерации. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010. – С. 73–75.

## *ПРИЛОЖЕНИЕ*

### **Вопросы, не подлежащие разрешению в рамках экспертизы по исследованию движения бюджетных средств и средств государственных внебюджетных фондов**

Каков был установленный порядок расходования и распоряжения денежными средствами, поступающими в Научно-исследовательский институт Ц. из федерального бюджета? Какими нормативными и правовыми актами он был установлен?

Какие нормативно-правовые акты регулировали и определяли порядок выполнения обязанностей (по вопросам финансово-экономической деятельности института, расходование и распоряжение денежными средствами) должностными лицами Научно-исследовательского института Ц., в том числе: начальником института, заместителем начальника финансово-планового отдела, помощником начальника института по финансово-экономической работе?

Какова согласно действующим нормативным документам процедура внесения изменений и дополнений в утвержденный государственным заказчиком протокол согласования объема работ?

Допущены ли начальником учреждения В. нарушения должностных и функциональных обязанностей по рассмотрению финансовых, технических и организационных вопросов?

Обоснованно ли привлечение уполномоченным органом специализированной организации для выполнения работ по подготовке, организации и проведению торгов по размещению государственного заказа?

Должен ли был руководитель организации З. для выполнения работ по госконтракту, перечисленных в приложении к нему, привлекать исполнителей из других организаций?

Имеются ли нарушения требований Бюджетного кодекса РФ, нормативных актов или общепринятых норм при исполнении государственных контрактов № ..., № ...?

Для каких работ создается накопительная ремонтная ведомость?

Кто отвечает за правильность составления документов, свидетельствующих о выполнении работ, оплаченных бюджетными средствами?

Являются ли датчики абсолютного избыточного давления, оплаченные согласно заключенному государственному контракту, ремонтируемыми (восстанавливаемыми) изделиями?

Какие виды работ согласно госконтракту, дополнительному соглашению к нему и протоколам согласования объемов работ должны были проводиться исполнителем контракта, а какие – его контрагентами?

# **ВЗРЫВОТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЪЯТОГО ОБЪЕКТА НА ПРЕДМЕТ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ (НЕПРИНАДЛЕЖНОСТИ) К ВЗРЫВЧАТЫМ ВЕЩЕСТВАМ**

*В.В. Кузьмин, Ю.Б. Тузков, А.Ю. Семенов,  
А.Д. Стецкевич, А.Б. Наумов, А.В. Дьяконов*

ЭКЦ МВД России

*С.А. Шумилов*

НИИ криминалистики ЦСТ ФСБ России

### **Экспертная задача**

Установление принадлежности (непринадлежности) объекта к взрывчатым веществам.

### **Объекты исследования**

Объекты, подозреваемые на принадлежность к промышленным или самодельным взрывчатым веществам, конструктивно оформленным зарядам и их фрагментам.

### **Вопросы, решаемые экспертизой<sup>1</sup>**

Является ли представленное вещество взрывчатым? Если да, то каким именно и каков способ его изготовления?

Содержит ли представленный объект взрывчатые вещества? Если да, то какие именно (тип, марка) и каков способ их изготовления?

Пригоден ли представленный объект (вещество) для производства взрыва?

### **Сущность методики**

Установление необходимой и достаточной совокупности признаков исследуемого объекта (качественный химический состав, физико-химические свойства, наличие взрывчатых свойств и комплекса конструктивных признаков) и оценка ее соответствия совокупности признаков, присущих взрывчатым веществам, конструктивно оформленным зарядам взрывчатых веществ и их фрагментам.

---

<sup>1</sup> Могут решаться и иные вопросы, поставленные инициатором исследования.

## Подзадачи

### **1. Предварительное исследование объекта.**

*Объекты исследования.* Объекты, подозреваемые на принадлежность к взрывчатым веществам промышленного и самодельного изготовления, а также состоящие из них конструктивно оформленные изделия и их фрагменты.

*Принцип решения подзадачи.* Внешний осмотр и органолептическое исследование: определение цвета, консистенции, однородности объекта, наличия характерного запаха, посторонних включений; установление исходной массы объекта; отбор представительных проб вещества объекта.

### **2. Установление комплекса конструктивных признаков.**

*Объекты исследования.* Конструктивно оформленные изделия (или их фрагменты) промышленного и самодельного изготовления, состоящие из веществ, подозреваемых на принадлежность к взрывчатым.

*Принцип решения подзадачи.* Установление необходимой и достаточной совокупности признаков исследуемого объекта (а также способа его изготовления) путем выявления, анализа и сравнения комплекса его конструктивных особенностей с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, натуральных коллекциях, базах данных, автоматизированных информационно-поисковых системах и др.) [2, 3, 12]. Установление области применения исследуемого объекта при наличии необходимой и достаточной для этого совокупности признаков.

### **3. Установление физико-химических свойств объекта.**

*Объекты исследования.* Взрывчатые вещества промышленного и самодельного изготовления, а также конструктивно оформленные заряды из них и их фрагменты.

*Принцип решения подзадачи.* Установление необходимой и достаточной совокупности физико-химических свойств объекта исследования (а также способа его изготовления) путем выявления, измерения, анализа и сравнения комплекса характеристик, выявленных в результате внешнего осмотра (в том числе с применением оптической микроскопии и иных технических средств), с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах (справочных

пособиях, справочно-информационных фондах, натуральных коллекциях, базах данных, автоматизированных информационно-поисковых системах и др.) [2, 3, 5, 12].

#### **4. Установление качественного химического состава основных компонентов объекта исследования<sup>1</sup>.**

*Объекты исследования.* Представительные пробы веществ промышленного и самодельного изготовления, подозреваемых на принадлежность к взрывчатым веществам.

*Принцип решения подзадачи.* Установление качественного химического состава основных компонентов объекта исследования (а также способа его изготовления) путем выявления, анализа и сравнения комплекса характеристик, выявленных в результате химического исследования, с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, натуральных коллекциях, базах данных, автоматизированных информационно-поисковых системах и др.) [4–8, 10, 12–15].

#### **5. Установление наличия у объекта исследования взрывчатых свойств.**

*Объекты исследования.* Вещества самодельного способа изготовления<sup>2</sup> и в ряде случаев промышленного изготовления, подозреваемые на принадлежность к взрывчатым, а также состоящие из этих веществ конструктивно оформленные изделия и их отдельные фрагменты.

*Принцип решения подзадачи.* Экспериментальное установление наличия взрывчатых свойств у объекта исследования<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> При наличии необходимых технических средств, соответствующих навыков и с соблюдением требований техники безопасности эксперт вправе произвести оценку количественного содержания основных компонентов объекта исследования.

<sup>2</sup> Кроме веществ, взрывчатые свойства которых описаны в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, базах данных, автоматизированных информационно-поисковых системах и др.).

<sup>3</sup> Основное внимание в методике уделено наиболее распространенному способу установления наличия взрывчатых свойств у объекта исследования – экспериментальному взрыву. При наличии необходимых технических средств и соответствующих навыков эксперт вправе использовать другой экспериментальный метод установления взрывчатых свойств у объекта исследования (испытание на копрах различных моделей, методы термического анализа и пр.).

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Признаки, характеризующие взрывчатое вещество:

наличие взрывчатых свойств;

характер горения;

консистенция (порошок, гранулы, чешуйки, смесь порошка и гранул, зерна, смесь гранул и т.д.);

цвет;

результаты установления качественного химического состава основных компонентов объекта.

Признаки, характеризующие конструктивно оформленный заряд<sup>1</sup>:

наличие взрывчатого вещества;

массогабаритные характеристики;

наличие оболочки, ее фрагментов или признаков ее первоначального присутствия;

содержание маркировочных обозначений или следов их первоначального наличия в маркируемых зонах;

структура заряда.

### **Оборудование, инструменты и материалы<sup>2</sup>**

Штангенциркуль (точность – 0,1 мм).

Линейка (точность – 1 мм).

Лупа криминалистическая.

Постоянный магнит.

Бинокулярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой (отраженный косопадающий свет, искусственное освещение).

Криминалистический атлас цветов.

Комплекты слесарного, столярного инструментов; углошлифовальные машины.

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Емкости для экстракции и для упаривания.

Растворители различной полярности.

Вытяжной шкаф.

---

<sup>1</sup> Конструктивно оформленный заряд – количество взрывчатого вещества, определенное по объему, форме и массе.

<sup>2</sup> Квалификационные требования к растворителям и реактивам определяются типом и методическими особенностями используемого оборудования.

Емкости для концентратов.

Материалы и оборудование для проведения операций очистки и концентрирования проб (патроны для твердофазной экстракции; лабораторная посуда и др.).

Ультразвуковая баня.

Вытяжной шкаф.

Хроматографические пластины («Сорбфил» УФ-254, Россия; «Silu-  
fol» UV-254, Чехия; «Merck» Alufolien Kieselgel 60 F 254, Германия  
и др.).

Кюветы для элюирования хроматографических пластин.

УФ-лампа с излучением в областях 254 и 366 нм.

Камера для проявления хроматографических пластин.

Набор лабораторной посуды (пипетки, колбы, пробирки и др.).

Приспособления для нанесения проб на хроматографические пла-  
стины (микродозаторы, микрошприцы, стеклянные, полиэтиленовые,  
фторопластовые и иные капилляры и т.п.).

Растворы образцов-свидетелей.

Растворители для создания элюирующих систем.

Устройство для сушки хроматографических пластин.

Пинцеты.

Перчатки (латексные, полиэтиленовые и др.).

Пульверизаторы.

Проявляющие агенты.

Денситометры.

Стекла для аналитических реакций (предметные, с лунками, ча-  
совые и пр.).

Набор аналитических реактивов и материалов для проведения ка-  
пельных реакций.

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии  
в сочетании с детектирующими системами (масс-селективный детек-  
тор, детектор электронного захвата (ДЭЗ), пламенно-ионизационный  
детектор (ПИД) и др.) и необходимым периферийным и вспомога-  
тельным оборудованием.

Хроматографическая капиллярная колонка типа «TR-5MS»,  
«TG-5MS», «HP-5MS», «DB-5», «Ultra-1» длиной 10–30 м.

Газ-носитель.

Микрошприц для хроматографии объемом до 10 мкл.

Образцы сравнения для калибровки приборов.

Вials для хроматографии с крышками.

Хроматографическая станция для жидкостной хроматографии в сочетании с детектирующими системами (спектрофотометрический детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая колонка типа «С18», «RP18», «С8», «Hypercarb».

ИК-Фурье-спектрометр с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Приставка нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) для работы с нативными образцами.

ИК-микроскоп для работы с микрочастицами.

Препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли, микротомы и др.).

Агатовая ступка и пестик; пресс-форма и пресс для изготовления таблеток; держатели (при работе с таблетками).

Оптически прозрачный в ИК-спектральной области материал для прессования таблеток (KBr, ZnSe и др.).

Станция для капиллярного электрофореза (КЭ) в сочетании с детектирующими системами (УФ-детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Кварцевый капилляр для систем КЭ.

Набор реактивов, растворителей и буферных систем для КЭ.

Виалы для КЭ с крышками.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Пластиковые кюветы и держатели для микрообъектов.

Пленка майларовая различной толщины.

Электронный микроскоп, оснащенный системой рентгеновского микроанализа, с детектором отраженных электронов, детектором вторичных электронов и с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Двухсторонняя углеродная токопроводящая клейкая лента.

Предметные столики.

Взрывная камера или полигон.

Оборудование для реализации взрывчатых свойств исследуемого объекта (металлические пластины-свидетели, прочные оболочки и др.).

Шанцевый инструмент для подготовки экспериментального взрыва на местности.

Сумка сапера-подрывника.

Проводная линия (саперный провод).

Средства инициирования.

Подрывная машинка.

Средства связи (громкоговорящее устройство, портативная радиостанция и др.).

Упаковочные материалы (пакеты, контейнеры).

Аптечка первой медицинской помощи.

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и с предоставленными дополнительными материалами (протокол осмотра места происшествия, протокол изъятия, заключение специалиста, акт досмотра и др.). Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы.

2. Осмотр упаковки объектов исследования<sup>1</sup>; фиксация ее состояния и целостности, наличия оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей. Вскрытие упаковки<sup>1</sup> и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы (исследования)<sup>2</sup>.

3. Предварительная оценка возможности дальнейших действий, пределов допустимых манипуляций с объектами и требований к условиям их промежуточного хранения в ходе исследований (с учетом всей полученной информации (в том числе оперативной) и исходя из потенциально предполагаемых опасных свойств объектов)<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы (исследования) – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>3</sup> На всех последующих стадиях такую оценку с выработкой и принятием необходимых мер по полному исключению возможности несанкционированного воспламенения или взрыва объекта проводить постоянно по мере расширения массива информации о нем.

Подозрение на содержание в представленных объектах патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения дальнейшего исследования, информирования инициатора исследования и ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке [9].

### *Предварительное исследование<sup>1</sup>*

1. Осмотр и детальное визуальное исследование объекта<sup>2</sup> с использованием средств фиксации, измерения и индивидуальной защиты. Выявление наличия комплекса характерных признаков исследуемого объекта<sup>3</sup>.

При исследовании конструктивно оформленного изделия – определение его массы, конструктивных особенностей (форма и цвет изделия; наличие (или следы) первоначального присутствия оболочки, маркировочных обозначений; отсутствие средств взрывания). При необходимости (с использованием интроскопии) – измерение его геометрических параметров (длина, высота, ширина, диаметр; наличие, количество, характер и размеры отверстий и др.). Определение цвета, однородности и (по возможности) характера морфологии изделия на изломе (сколе), в том числе с применением микроскопа. При наличии маркировочных обозначений – их фиксация и определение способа нанесения (при их отсутствии – способа уничтожения).

Выявление характерных признаков изготовления объекта:

промышленного – наличие промышленной оболочки с маркировочными обозначениями; конструктивно определенная форма, соответствующая по отдельным признакам изделиям промышленного изготовления; однородность по цвету и морфологии и др.;

самодельного – отсутствие промышленной оболочки; конструктивно определенная форма объекта, не соответствующая по отдельным признакам изделиям промышленного изготовления; наличие посторонних включений в объеме изделия; неоднородность по цвету и морфологии и др.

Сравнение выявленных признаков с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, натуральных коллекциях, базах данных и др.).

---

<sup>1</sup> Следует иметь в виду, что некоторые взрывчатые вещества обладают повышенной чувствительностью и их детонация и воспламенение возможны от легкого удара или прикосновения твердым предметом.

<sup>2</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности.

<sup>3</sup> Любые действия, которые могут привести к необратимому изменению внешнего вида или свойств объекта (отбор проб веществ, разрушение оболочки в целях получения доступа к внутреннему содержимому, уничтожение объекта в ходе экспериментального взрыва и др.), обязательно согласовываются с инициатором исследования.

Формулирование вывода о промышленном (самодельном) способе изготовлении объекта<sup>1</sup>.

При исследовании вещества – определение его массы, цвета, консистенции (порошкообразное, кристаллическое, гранулы, смесь гранул и порошка, пластичное и т.д.), формы и размеров частиц (при необходимости с использованием лупы или бинокулярного оптического микроскопа типа МБС с микрометрической приставкой), визуальной однородности состава и др.

Выявление характерных признаков изготовления объекта:

промышленного – однородность гранулометрического состава; однородность распределения компонентов по объему вещества; характерная форма частиц и др.;

самодельного – неоднородность гранулометрического состава; наличие посторонних включений в объеме вещества; неоднородность распределения компонентов по объему вещества и др.

Сравнение выявленных признаков с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, натуральных коллекциях, базах данных и др.).

Формулирование вывода о промышленном (самодельном) способе изготовления объекта<sup>2</sup>.

При исследовании увлажненного (растворенного) объекта – отбор пробы (по возможности представительной), ее высушивание (упаривание), фиксация характеристик, аналогичных фиксируемым при исследовании нативного вещества, и формулирование соответствующих выводов.

2. Отбор необходимого количества проб (по возможности представительных) вещества исследуемого объекта<sup>3</sup> (объем отобранной пробы должен обеспечивать минимальную достаточность для дальнейших операций по препаративному разделению на основные компо-

---

<sup>1</sup> Установление отсутствия совпадения признаков, выявленных в процессе осмотра, с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах, не является достаточным для вывода о непринадлежности объекта к конструктивно оформленным изделиям промышленного изготовления.

<sup>2</sup> Установление отсутствия признаков промышленного или самодельного способа изготовления объекта не является достаточным для вывода о способе его изготовления.

<sup>3</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности.

ненты; для сухих и визуально однородных веществ объем отбираемой пробы не должен превышать объема спичечной головки и весить не более 0,01 г).

При исследовании увлажненного (растворенного) объекта – отбор проб (по возможности представительных), их высушивание (упаривание) и подготовка к дальнейшим исследованиям.

При исследовании разнородных объектов – отбор необходимого количества проб, их предварительное препаративное разделение (по возможности) на однородные составляющие (с использованием лупы или бинокулярного оптического микроскопа типа МБС с микрометрической приставкой).

3. Исследование характера горения одной из отобранных проб с визуальной фиксацией цвета пламени, скорости горения, наличия или отсутствия копоти, твердых остатков, газообразных продуктов, а также звукового и барического эффектов. Сравнение характера горения исследуемой пробы с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах<sup>1</sup>.

Предварительная дифференциация исследуемых объектов (веществ) на предмет принадлежности к тому или иному типу взрывчатых веществ.

При выявлении ярко выраженных звукового и барического эффектов – принятие комплекса мер, направленных на обеспечение собственной безопасности.

Формулирование вывода о принадлежности объекта к инициирующим взрывчатым веществам, что является необходимым и достаточным основанием для прекращения проведения дальнейшего исследования. Информирование инициатора исследования о повышенной опасности объекта и ходатайство об его уничтожении в установленном порядке.

### ***Подготовка проб для химического исследования***

1. Приготовление контрольных проб растворителей и материалов, используемых при экстракции компонентов объекта (в зависимости от применяемых методов физико-химического анализа). Установление отсутствия (в пределах чувствительности применяемых физико-химических методов) в объектах взрывчатых веществ классов полинитро-

---

<sup>1</sup> Отсутствие горения пробы не является достаточным для вывода о непринадлежности объекта к взрывчатым веществам.

ароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров, органических перекисных соединений и др., а также компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив. При выявлении перечисленного в контрольных пробах – замена растворителей и материалов на новые и повторение операции контроля.

2. Последовательная экстракция<sup>1</sup> основных компонентов отобранных представительных проб; фиксирование характера растворения пробы, окраски получаемых растворов, наличия нерастворимых остатков.

2.1. Проведение экстракции при использовании методов ТСХ, МАКР, РФА, КЭ и СЭМ МА.

Экстракция компонентов отобранной пробы 5 мл ацетона. Получение (фильтрованием или декантированием) ацетонового раствора, готового к исследованию методами ТСХ и КЭ. Высушивание нерастворимого в ацетоне остатка и экстрагирование 5 мл дистиллированной воды. Получение (фильтрованием или декантированием с последующим упариванием досуха) твердого образца компонентов пробы, растворимых в дистиллированной воде, готового к исследованию методами РФА и СЭМ МА. Растворение твердого образца компонентов пробы (после проведения исследования методами РФА и СЭМ МА) в 2 мл дистиллированной воды – получение водного раствора, готового к исследованию методами ТСХ, МАКР и КЭ. Тщательное высушивание нерастворимого в ацетоне и дистиллированной воде остатка – подготовка его к исследованию методами РФА, СЭМ МА и МАКР.

2.2. Проведение экстракции при использовании методов ГЖХ и ВЭЖХ.

Экстракция компонентов отобранной пробы 5 мл ацетона. Фильтрование или декантирование с последующим упариванием – получение твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне. Растворение твердого образца в 5 мл ацетонитрила – получение ацетонитрильного раствора, готового к исследованию методами ГЖХ и ВЭЖХ.

2.3. Проведение экстракции при использовании метода ИК-спектроскопии.

---

<sup>1</sup> В зависимости от результатов предварительного исследования объекта при проведении последовательной экстракции возможно использование растворителей, отличных от указанных.

Экстракция компонентов отобранной пробы 5 мл ацетона. Фильтрование или декантирование с последующим упариванием – получение твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне. Экстракция твердого образца 5 мл бензола. Фильтрование или декантирование с последующим упариванием – получение твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне и бензоле. Высушивание нерастворимого в ацетоне остатка и его экстрагирование 5 мл дистиллированной воды. Фильтрование или декантирование с последующим упариванием – получение твердого образца компонентов пробы, растворимых в дистиллированной воде. Подготовка к исследованию методом ИК-спектроскопии нерастворимых в ацетоне, бензоле и дистиллированной воде остатков, а также твердых образцов компонентов пробы, растворимых в ацетоне, бензоле и воде (тщательное их высушивание).

***Установление качественного химического состава  
основных компонентов объекта исследования***

1. Установление качественного химического состава основных компонентов объекта исследования с использованием не менее двух методов (или различных условий в рамках используемого метода) физико-химического анализа<sup>1</sup>.

1.1. Метод ТСХ.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, с применением не менее двух элюирующих систем (например, гексан–ацетон–толуол – 2:1:1 и бензол (толуол) для ацетонового экстракта) – на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров и элементарной серы, органических перекисных соединений и иных характерных компонентов органической природы; ацетон–изопропанол–10%-й водный раствор аммиака – 3:1:0,07 и ацетонитрил–изопропанол–2%-й водный раствор аммиака – 3:1:0,007 для водного экстракта – на наличие ионов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив.

---

<sup>1</sup> Исследование компонентов объекта органической природы обязательно дополняется исследованиями компонентов неорганической природы. Причем исследование методом ТСХ проводится с использованием не менее двух различных подвижных фаз, а результаты, полученные методом ГЖХ, подтверждаются, например, методом ВЭЖХ или ТСХ. Результаты исследования, полученные методом МАКР, при необходимости дополняются результатами исследования, полученными другими методами анализа веществ неорганической природы.

Сравнение величин хроматографической подвижности ( $R_f$ ) и окраски зон после проявления с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ТСХ.

#### 1.2. Метод МАКР.

Исследование пробы компонентов образца, растворимых в дистиллированной воде, на наличие ионов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив. Исследование нерастворимых в ацетоне и дистиллированной воде компонентов пробы на наличие веществ, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив.

Сравнение результатов проведения качественных реакций (окраска, выпадение осадка, выделение газообразных продуктов и пр.) с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах.

Формулирование вывода о результатах исследования методом МАКР.

#### 1.3. Метод ГЖХ.

Исследование пробы компонентов образца, растворимых в ацетонитриле, на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров, органических перекисных соединений и других компонентов взрывчатых составов (дифениламин, централиты, нефтепродукты, элементарная сера, гексахлорбензол и др.).

Сравнение полученных результатов (времени хроматографического удерживания компонентов образца) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей; при использовании масс-селективного детектора – сравнение полученных масс-спектров с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, баз данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ГЖХ.

#### 1.4. Метод ВЭЖХ.

Исследование пробы компонентов образца, растворимых в ацетонитриле, на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров, органических перекисных соединений и других компонентов взрывчатых составов (дифениламин, централиты, красители, элементарная сера, гексахлорбензол и др.).

Сравнение полученной хроматографической и спектральной информации с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей или с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, баз данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ВЭЖХ.

#### 1.5. Метод ИК-спектроскопии.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции.

Получение ИК-спектров исследуемых проб.

Сравнение полученных ИК-спектров проб с ИК-спектрами, содержащимися в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, базах данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ИК-спектроскопии.

#### 1.6. Метод КЭ.

Исследование в режиме мицеллярной электрокинетической хроматографии пробы компонентов образца, растворимых в ацетоне, на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитрозэфиров и органических перекисных соединений.

Сравнение полученных результатов (времени хроматографического удерживания компонентов образца, а при использовании масс-селективного детектора или фотодиодной матрицы – масс-спектров или УФ-спектров) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей (библиотеками спектров).

Исследование в режиме капиллярного электрофореза пробы компонентов образца, растворимых в дистиллированной воде, на наличие ионов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив.

Сравнение полученных результатов (времени удерживания компонентов образца) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Формулирование вывода о результатах исследования методом КЭ.

#### 1.7. Метод РФА.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, на наличие элементов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив.

Получение РФА-спектров исследуемых проб. Определение элементного состава пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом РФА.  
1.8. Метод СЭМ МА.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, на наличие элементов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив.

Получение изображений частиц исследуемых проб и их РФА-спектров. Определение элементного состава проб.

Формулирование вывода о результатах исследования методом СЭМ МА.

2. Обобщение результатов химического исследования проб и формулирование вывода о качественном составе основных компонентов объекта.

3. Сравнение установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, натуральных коллекций, баз данных и др.).

4. Выявление совпадений установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с данными справочных материалов.

Формулирование вывода о принадлежности объекта к взрывчатым веществам и достаточности (недостаточности) для создания взрывного устройства.

5. Обобщение полученных данных.

Отсутствие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с данными справочных материалов при наличии компонентов, характерных для смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив, не является достаточным для вывода о непринадлежности объекта к взрывчатым веществам и требует производства экспериментального взрыва.

Отсутствие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с данными справочных материалов при отсутствии компонентов, характерных для смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив, является достаточным для вывода о непринадлежности объекта к взрывчатым веществам.

Выявление на стадиях внешнего осмотра и химического исследования совокупности признаков, характерных для промышленных взрывчатых веществ, является достаточным для вывода о наличии у объекта исследования взрывчатых свойств на основании справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, натуральных коллекций, баз данных и др.) и формулирования соответствующего категорического вывода.

Возникновение сомнений при установлении принадлежности объекта к взрывчатым веществам промышленного изготовления по совокупности признаков, выявленных на стадии внешнего осмотра и химического исследования, является основанием для производства экспериментального взрыва.

Выявление на стадиях внешнего осмотра и химического исследования совокупности признаков, характерных для самодельного способа изготовления исследуемого объекта, не является достаточным для формулирования вывода о его принадлежности к самодельным взрывчатым веществам или конструктивно оформленным зарядам<sup>1</sup> и требует производства экспериментального взрыва.

При установлении самодельного способа изготовления объекта – определение его близости по компонентному составу объектам промышленного изготовления.

### *Техническое исследование*

В случае самодельного способа изготовления объекта или возникновения сомнений в принадлежности объекта к взрывчатым веществам промышленного изготовления и его достаточного для производства экспериментального взрыва количества установление наличия у него взрывчатых свойств.

Выбор оптимальных условий для инициирования реакции взрывчатого превращения объекта исследования (по данным справочных пособий, справочно-информационных фондов, баз данных и др.)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Кроме веществ, взрывчатые свойства которых описаны в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, базах данных, автоматизированных информационно-поисковых системах и др.).

<sup>2</sup> При исследовании увлажненного (растворенного) самодельного объекта необходимо перед производством экспериментального взрыва провести его подготовку (по возможности в минимально необходимом для осуществления эксперимента количестве) путем высушивания (упаривания). Все технологические операции (сушка, упаривание, перемешивание и т.д.) обязательно документируются.

Производство экспериментального взрыва с использованием материалов и оборудования для реализации взрывчатых свойств исследуемого объекта – металлических пластин-свидетелей, прочных оболочек и пр.

Установление наличия (отсутствия) характерных признаков протекания взрывчатого превращения по результатам изменения вещной обстановки после взрыва.

Формулирование вывода о наличии (отсутствии) взрывчатых свойств у объекта исследования.

Формулирование вывода о принадлежности (непринадлежности) объекта исследования к взрывчатым веществам на основании установления наличия (отсутствия) у него взрывчатых свойств.

### *Синтезирующая часть*

Обобщение полученных данных о представленном на исследование количестве объекта, его конструктивных характеристиках, маркировочных обозначениях, физико-химических свойствах, характере горения, поведении в растворителях различной полярности, а также о качественном составе основных компонентов и наличии (отсутствии) взрывчатых свойств.

Формулирование выводов о принадлежности (непринадлежности) объекта к взрывчатым веществам и достаточности (недостаточности) для создания взрывного устройства<sup>1</sup>.

В случае исследования вещества наличие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, в совокупности с признаками промышленного изготовления объекта, выявленными на стадии внешнего осмотра, является достаточным для формулирования вывода о принадлежности объекта исследования к взрывчатым веществам промышленного изготовления с указанием наименования взрывчатого вещества или с перечислением марок смесевых взрывчатых веществ или композиционных составов, соответствующих компонентному составу, установленному химическим исследованием.

---

<sup>1</sup> При формулировании выводов относительно увлажненного (растворенного) объекта указываются содержание (отсутствие) в представленном объекте взрывчатых веществ и его пригодность (непригодность) к производству взрыва после определенной подготовки.

В случае исследования вещества отсутствие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, в совокупности с признаками самодельного способа изготовления объекта, выявленными на стадии внешнего осмотра, и признаками наличия у него взрывчатых свойств является достаточным для формулирования вывода о принадлежности объекта к самодельным взрывчатым веществам с указанием наименования взрывчатого вещества или с перечислением марок смесевых взрывчатых веществ или композиционных составов, близких по компонентному составу, установленному химическим исследованием.

В случае конструктивно оформленного изделия промышленного изготовления наличие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, является достаточным для вывода о принадлежности объекта к конструктивно оформленным зарядам взрывчатого вещества промышленного изготовления с указанием наименования взрывчатого вещества или с перечислением марок смесевых взрывчатых веществ или композиционных составов, соответствующих компонентному составу, установленному химическим исследованием, и массогабаритным характеристикам, установленным внешним осмотром.

В случае самодельного конструктивно оформленного изделия наличие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, является достаточным для вывода о принадлежности объекта к самодельным конструктивно оформленным зарядам на основе взрывчатого вещества промышленного изготовления с указанием наименования взрывчатого вещества или с перечислением марок смесевых взрывчатых веществ или композиционных составов, соответствующих компонентному составу, установленному химическим исследованием.

В случае самодельного конструктивно оформленного изделия отсутствие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов объекта

с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, и наличие взрывчатых свойств в совокупности с признаками самодельного изготовления объекта, выявленными на стадии внешнего осмотра, являются достаточными для вывода о принадлежности объекта к конструктивно оформленным зарядам на основе самодельного взрывчатого вещества с указанием наименования взрывчатого вещества или с перечислением марок смесевых взрывчатых веществ или композиционных составов, близких по компонентному составу, установленному химическим исследованием.

В случае установления двойного назначения компонентов объекта при формулировании вывода указываются его бытовое, промышленное или иное назначение и возможность использования в качестве компонента взрывчатого вещества или самостоятельного взрывчатого вещества.

К таким веществам можно отнести целый ряд соединений, используемых в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства (химические реактивы и препараты, азотные удобрения и др.)<sup>1</sup>.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод о принадлежности изъятого объекта к взрывчатым веществам (конструктивно оформленным

---

<sup>1</sup> В частности, чистая аммиачная селитра использовалась в промышленности как взрывчатое вещество, но в связи с низкой восприимчивостью к детонации и невысокими взрывчатыми характеристиками ее применение как взрывчатого вещества прекращено, но она может быть использована в качестве окислителя в самодельных смесевых взрывчатых веществах типа «окислитель–горючее».

Пикриновая кислота, выпускаемая промышленностью, использовалась как желтый краситель по шерсти; в настоящее время она применяется в качестве реактива в аналитической химии, биологии и металловедении. Однако она использовалась и в качестве взрывчатого вещества, по мощности близкого к тротилу, поэтому можно заключить, что пикриновая кислота является самостоятельным бризантным взрывчатым веществом, которое может быть использовано в качестве реактива или красителя.

Перекись бензоила применяется для изготовления составов, используемых в электрических запалах в целях снижения температуры вспышки инициирующего состава. В качестве самостоятельного взрывчатого вещества или компонента взрывчатых составов промышленного изготовления перекись бензоила не используется ввиду ее слабых взрывчатых свойств, но в самодельных взрывных устройствах она применяется в качестве зарядов взрывчатого вещества.

зарядам взрывчатых веществ) формулируется в том случае, когда в результате проведенного исследования объекта установлено наличие у него взрывчатых свойств.

*Примеры.*

1. Представленный на экспертизу объект является промышленно изготовленным конструктивно оформленным зарядом бризантного взрывчатого вещества тротила массой 386 г – тротиловой шашкой «Тип 400», пригодной для производства взрыва.

2. Представленный на экспертизу объект является конструктивно оформленным зарядом самодельного взрывчатого вещества на основе перекиси ацетона общей массой 5,8 г, пригодным для производства взрыва.

3. Представленный на экспертизу объект массой 0,2 г является бризантным взрывчатым веществом – тротилом. Представленного на исследование количества недостаточно для создания взрывного устройства.

4. Представленный на экспертизу объект массой 520 г пригоден для производства взрыва и является смесевым взрывчатым веществом на основе гексогена, тротила, алюминия и аммиачной селитры (нитрата аммония) – типа «скальный аммонит № 1» или «аммонал скальный № 3».

Категорический отрицательный вывод о непринадлежности изъятых объектов к взрывчатым веществам (конструктивно оформленным зарядам взрывчатых веществ) формулируется в том случае, когда в результате проведенного исследования объекта установлено отсутствие у него взрывчатых свойств.

*Пример.* Представленный на экспертизу объект к взрыву непригоден, взрывчатым веществом не является.

Предположительный (вероятный) вывод формулируется в том случае, когда в результате исследования по ряду причин невозможно дать категорический положительный или категорический отрицательный вывод.

*Пример.* По качественному компонентному составу представленное вещество может являться взрывчатым типа «окислитель–горючее». Для категорического ответа необходимо предоставить дополнительное количество вещества в целях производства экспериментального взрыва.

Вывод о невозможности решения вопроса делается в следующих случаях:

эксперт не располагает информацией об объекте, достаточной для исследования его в полном объеме без риска для жизни, здоровья;

эксперт не располагает информацией об объекте в объеме, достаточном для категорического вывода;

в результате экспериментального взрыва объект израсходован, причем результаты эксперимента по ряду причин не могут быть истолкованы однозначно и не дают оснований для категорического вывода; квалификация эксперта или имеющееся оборудование недостаточны для безопасного исследования объекта в полном объеме.

В качестве экспертной инициативы могут быть приведены сведения, находящиеся в компетенции эксперта-взрывотехника:

наличие чрезвычайно опасных взрывчатых свойств объекта, исключающих возможность безопасной работы с объектом или его хранения экспертом и другими процессуально причастными лицами;

способ изготовления объекта (промышленный, самодельный); перечень технологических приемов, использованных при изготовлении объекта;

групповая принадлежность объекта (конструктивно оформленный заряд военного, гражданского назначения, тип, модель, разновидность);

условия, при которых возможно производство взрыва;

возможное применение объекта в бытовых целях;

масса взрывчатого вещества в тротиловом эквиваленте;

область познаний и предположительный уровень квалификации изготовителя самодельного взрывчатого вещества;

технологические приемы и оборудование, примененные в процессе изготовления исследованного объекта;

вероятные источники происхождения взрывчатого вещества;

иная информация, способствующая технико-криминалистическому обеспечению раскрытия и расследования преступления.

### Литература

1. *Афонин В.П., Комяк Н.И., Николаев В.П., Плотников Р.И.* Рентгенофлуоресцентный анализ. – Новосибирск, 1991.

2. *Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А.* Взрывные устройства промышленного изготовления и их криминалистическое исследование. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

3. *Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А.* Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

4. *Карпов Ю.А., Савостин А.П.* Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М., 2003.

5. Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Соловьев М.Ю., Семенов А.Ю. Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ // Экспертная практика. – № 66. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

6. Основы инженерно-технических экспертиз / Под ред. канд. техн. наук Ю.М. Дильдина. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

7. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

8. Практическая растровая электронная микроскопия / Под ред. Дж. Гоулдстейна и Х. Яковица: Пер. с англ. под ред. В.И. Петрова. – М., 1978.

9. Приказ ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России, Минздравсоцразвития России от 24 октября 2005 г. № 633/ДСП/451/ДСП/866/ДСП/763/ДСП/649/ДСП «Об утверждении Положения о взаимодействии ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России и Минздравсоцразвития России при угрозе применения патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ в террористических целях».

10. Система капиллярного электрофореза «Капель». Основы метода. Аппаратура. Примеры использования систем капиллярного электрофореза «Капель-103, -104, -105». – СПб., 2001.

11. Словарь основных терминов взрывотехнической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 1998.

12. Тузков Ю.Б., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Прозоров А.А. Взрывчатые вещества и их характеристики. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2002.

13. Энергетические конденсированные системы: Краткий энциклопедический словарь / Под ред. Б.П. Жукова. – Изд. 2-е, испр. – М., 2000.

14. Engelhardt H., Beck W., Schmitt T. Capillarelektroforese, Methoden und Möglichkeiten. – Wiesbaden, 1994.

15. Heiger D. High performance capillary electrophoresis. An introduction. – 2000.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЪЯТОГО ПРЕДМЕТА (ИЗДЕЛИЯ) В ЦЕЛЯХ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ (НЕПРИНАДЛЕЖНОСТИ) К ВЗРЫВНЫМ УСТРОЙСТВАМ**

*А.Д. Стецкевич, М.В. Караваев, А.Ю. Семенов,*

*В.В. Кузьмин, А.Б. Наумов*

ЭКЦ МВД России

*Р.Н. Соколюк, А.И. Чернов, В.Ю. Смелов*

НИИ криминалистики ЦСТ ФСБ России

### **Экспертная задача**

Установление принадлежности (непринадлежности) изъятого предмета (изделия) к взрывному устройству.

### **Объекты исследования<sup>1</sup>**

Предметы (изделия) промышленного и самодельного изготовления, подозреваемые на принадлежность к взрывным устройствам.

### **Вопросы, решаемые экспертизой<sup>2</sup>**

Является ли представленный объект взрывным устройством? Если да, то какого типа и каков способ его изготовления?

Пригоден ли представленный объект (устройство) для производства взрыва?

### **Сущность методики**

Установление необходимых и достаточных признаков исследуемого предмета (изделия) – комплекса конструктивных, технологических и эксплуатационных признаков, целевого назначения (предназначенности к производству взрыва, наличия взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва). Оценка соответствия установленных признаков совокупности признаков, присущих взрывным устройствам<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Положения методики могут быть распространены на другие объекты, не относящиеся к перечисленным, но содержащие взрывчатые вещества или иное снаряжение, способное к осуществлению взрыва, и срабатывающие в определенных условиях с эффектом взрыва.

<sup>2</sup> Могут решаться и иные вопросы, поставленные инициатором исследования.

<sup>3</sup> При исследовании предметов (изделий) самодельного изготовления для установления принадлежности объекта и его свойств иногда необходимо проведение экспериментального подрыва.

## Подзадачи

**1. Установление текущего состояния, работоспособности объекта (состояния исполнительного механизма) и его потенциальной взрывоопасности на момент поступления на исследование.**

Если на начальной стадии исследования выявлена реальная опасность несанкционированного (случайного) взрыва объекта, то принимается комплекс мер, направленных на исключение возможности взрыва и на обеспечение собственной безопасности и безопасности окружающих. Исследования временно прекращаются, вплоть до устранения опасности<sup>1</sup>.

Подозрение на содержание в представленных объектах патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения дальнейшего исследования, информирования инициатора исследования и ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке [12].

**2. Предварительное исследование (внешний осмотр) предмета (изделия). Установление комплекса конструктивных, технологических и эксплуатационных признаков. Установление целевого назначения (предназначенности к взрыву) предмета (изделия).**

Отнесение предмета (изделия) к объектам, потенциально взрывоопасным и предназначенным для производства взрыва:

взрывным устройствам промышленного изготовления, военного назначения (боеприпасам), в том числе переделанным, неокончательно снаряженным, в различной степени комплектации, подвергнутым демонтажу (разрушению) и иным нарушениям первоначальной конструкции<sup>2</sup>, прошедшим процедуру обезвреживания<sup>3</sup>;

<sup>1</sup> Необходимо проинформировать инициатора исследования о повышенной опасности объекта и ходатайствовать о его расснаряжении или уничтожении в установленном законом порядке.

<sup>2</sup> Взрывное устройство промышленного изготовления – устройство, конструкция которого соответствует конструкторско-технологической документации на его производство и сборку. При исследовании взрывного устройства зарубежного производства, конструкторско-технологическая документация на которое отсутствует, вывод о его промышленном изготовлении формулируется экспертом-взрывотехником в предположительной (вероятной) форме.

<sup>3</sup> Обезвреживание взрывного устройства – процесс удаления, блокирования или перевода в безопасное положение средства инициирования взрывного устройства. Экспертным исследованиям подлежат только обезвреженные взрывные устройства. Приведение взрывного устройства в обезвреженное состояние должно обеспечиваться мероприятиями, предусмотренными выполнением требований нормативных актов МВД России, ФСБ России, Минобороны России и МЧС России.

взрывным устройствам гражданского назначения промышленного изготовления;

взрывным устройствам самодельного изготовления и их комплектующим<sup>1</sup>;

пиротехническим средствам военного и гражданского назначения промышленного и самодельного изготовления;

специальным средствам<sup>2</sup>;

учебным боеприпасам;

средствам инициирования;

исполнительным механизмам.

### ***3. Выявление и расшифровка маркировочных обозначений.***

Селекция реально подготовленных к взрыву (на основании сведений, содержащихся в маркировочных обозначениях) взрывных устройств промышленного изготовления от их муляжей, вариантов в учебном или практическом исполнении, а также макетов и предметов, не имеющих никакого отношения к ним, но в то же время напоминающих взрывоопасные предметы по внешним признакам, выявленным при предварительном осмотре и при установлении конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей исследуемого объекта.

### ***4. Выявление совокупности признаков, характеризующих предмет (изделие) как взрывное устройство.***

Отнесение предмета (изделия) к классу взрывных устройств – выявление индивидуализирующих признаков.

Наличие взрывчатого вещества в нативном виде устанавливается по методике исследования изъятого объекта на предмет принадлежности (непринадлежности) его к взрывчатым веществам (с. 248).

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Наличие заряда взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва.

Наличие средства инициирования.

---

<sup>1</sup> Самодельное взрывное устройство – взрывное устройство, конструкция которого не соответствует конструкторско-технологической документации на производство или сборку любого из промышленно изготовленных взрывных устройств.

<sup>2</sup> Специальное средство – изделие, используемое для психофизиологического воздействия на правонарушителей при проведении специальных операций по их захвату и пресечению массовых беспорядков.

Наличие исполнительного механизма.

Наличие корпуса или оболочки, обеспечивающей при взрыве естественное или заданное дробление.

Наличие готовых поражающих элементов.

Наличие средств камуфлирования и доставки.

Необходимым признаком взрывного устройства является наличие заряда взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва (для атипичных взрывных устройств); достаточным – наличие корпуса, средств инициирования, исполнительного механизма, камуфляжа, характерных деталей и др., функционально объединенных между собой.

При отсутствии средства инициирования, но при одновременном наличии вещества снаряжения достаточным признаком принадлежности объекта к взрывным устройствам может являться наличие прочной оболочки. В этом случае начальный иницирующий импульс должен быть обеспечен за счет термического, механического, химического или иного воздействия на заряд взрывчатого вещества. Примером отсутствия исполнительного механизма в работоспособном взрывном устройстве является прочный корпус (например, заглушенная с двух торцов металлическая труба, снаряженная порохом и помещенная в целях камуфляжа в дровяное полено; в таком исполнении взрыв наступает от прогрева взрывчатого вещества в топке печи, паровоза, в костре и т.д.). Другой пример – «пепельница» (или иной объект, замаскированный под предмет бытового назначения, предназначенный для контакта с открытым огнем или интенсивного теплового воздействия), изготовленная из иницирующего взрывчатого вещества; она не нуждается ни в исполнительном механизме, ни в корпусе, являясь при этом самодельным взрывным устройством.

Наличие корпуса (оболочки) также не является обязательным достаточным признаком взрывного устройства; например, тротильная шашка (заряд взрывчатого вещества) с детонатором (средство инициирования) – не что иное, как полноценное взрывное устройство.

Корпус, как правило, увеличивает поражающее действие устройства, выполняет функции камуфляжа, обеспечивает транспортабельность взрывного устройства и/или сохранность заряда взрывчатого вещества и прочих конструктивных элементов взрывного устройства. Прочный корпус необходим для взрывных устройств, снаряженных взрывчатыми веществами, не являющимися веществами бризантного

действия (пороха, пиротехнические составы), так как при отсутствии прочного корпуса эти взрывчатые вещества срабатывают в режиме горения.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Натурные криминалистические коллекции.

Бинокулярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой, источником косопadaющего света, искусственного освещения (максимальное увеличение – не менее 8<sup>×</sup>).

Лупа криминалистическая.

Микрометр (цена деления – 0,01 мм).

Мерительные скобы.

Резьбомеры.

Щупы.

Линейки (цена деления – 1 мм).

Линейки масштабные.

Штангенциркуль (цена деления – 0,1 мм).

Постоянный магнит.

Набор эндоскопов с гибкими и жесткими световодами.

Слесарный инструмент (ключи различных типов, пассатижи, отвертки, тиски слесарные).

Станок сверлильный (дрель) с изменяемой скоростью вращения патрона.

Набор взрывобезопасного инструмента.

Набор хирургического инструмента.

Мобильные контейнеры типа ЭТЦ (различных массогабаритных характеристик) для локализации всех поражающих факторов взрыва.

Стационарные взрывные камеры различных массогабаритных характеристик.

Рентгентелевизионная установка.

Радиоэлектронная тестовая и измерительная аппаратура (осциллографы, генераторы частот, измерительные приборы, универсальные лабораторные источники питания).

Весы лабораторные.

Источники освещения различных оптических и угловых диапазонов.

Криминалистический атлас цветов.

Защитные приспособления для безопасной работы с взрывчатыми веществами (маски, перчатки, щиты, спецодежда и др.).

Мобильный комплект эксперта-взрывотехника.

Взрывные камеры.

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Оснащение полигонных экспериментов<sup>1</sup>:

полигонная площадка;

передвижная взрывотехническая лаборатория;

средства взрывания и заряды взрывчатого вещества;

шанцевый инструмент;

крепежный материал (липкая лента, изоляционная лента, пластилин, шпагат, проволока и др.);

подрывная машинка, аккумулятор;

бинокль;

набор сит для просеивания грунта;

преграды для мишенной обстановки (доска, фанера, картон, металл);

проводная линия (саперный провод);

сумка сапера-подрывника;

громкоговоритель (мегафон);

средства связи (портативные радиостанции);

средства ограждения местности;

аптечка первой медицинской помощи;

тара (контейнеры, пакеты, емкости, ящики, коробки и др.).

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и материалами дела. Изучение сопроводительных документов (постановления о назначении экспертизы, показаний свидетелей, объяснений специалистов, акта обезвреживания и других документов, отражающих состояние предмета (изделия) на момент обнаружения и первоначальные манипуляции с ним)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Для случаев, когда взрывные камеры не могут быть использованы для экспериментальных работ (в частности, из-за превышения допустимой для камеры массы заряда исследуемого взрывного устройства) и эксперт-взрывотехник проводит эксперименты на полигоне.

<sup>2</sup> При необходимости отсутствующие документы и иные материалы, содержащие информацию о представленном объекте, могут быть запрошены экспертом до начала исследования.

2. Осмотр и фотографическая фиксация упаковки объектов исследования (целостность и состояние; наличие оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей). Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (определении, отношении) о назначении экспертизы (исследования)<sup>1</sup>.

3. Предварительное исследование объекта на предмет безопасности обращения с ним в процессе выполнения экспертизы. При возникновении сомнений в безопасности исследования либо отсутствии условий и средств для этого эксперт вправе отказаться от проведения исследования, указав причины принятого решения в обязательном письменном уведомлении инициатора исследования (следователя или дознавателя), а также в мотивированном рапорте на имя начальника экспертно-криминалистического подразделения. На этапе принятия решения о возможности проведения полнообъемного цикла исследований к представленному объекту должны быть применены неразрушающие методы исследования конструкции (и, возможно, установления принципа действия изделия на предмет безопасного обращения с ним): эндоскопия, интроскопия (в частности, рентгенография), взвешивание, исследование металлодетекторами и др. При этом следует обращаться с объектом как с потенциально взрывоопасным, обеспечивая соответствующие условия его хранения и транспортировки<sup>2</sup>.

Оценка возможности дальнейшего исследования объектов: определение порядка исследования, методов, а также необходимости и способов демонтажа (с письменного разрешения инициатора задания).

На этом этапе исследования устанавливается следующее.

3.1. Наличие у представленного объекта индивидуализирующих признаков взрывного устройства: наличие заряда взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва; наличие средства инициирования; присутствие элементов управления подрывом; наличие корпуса, камуфляжа, характерных деталей и т.д., функционально объединенных между собой.

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>2</sup> При наличии реальной опасности проведения дальнейших исследований необходимо немедленно проинформировать об этом инициатора исследования и ходатайствовать о расснаряжении или уничтожении взрывоопасного объекта в установленном порядке.

3.2. Наличие на объектах окраски, маркировки, указывающей на наименование изделия, его снаряжение, место и время изготовления, и признаков готовности к функционированию в режиме взрыва (удаленные либо поврежденные предохранительные устройства, колпачки, чеки, ввернутые и установленные иным способом взрыватели и прочие средства инициирования, а также находящиеся на боевом взводе ударно-спусковые механизмы и пр.).

Кассетные боевые элементы боеприпасов всех типов к приему на исследования запрещены и подлежат немедленной изоляции, эвакуации либо уничтожению силами инженерно-саперных групп<sup>1</sup>. Данное требование вызвано теми обстоятельствами (как конструктивными, так и технологическими), что подавляющее количество отказавших боевых элементов кассетных боеприпасов в результате применения кассеты не имеют явно выраженных признаков взведенного или невзведенного состояния. Наиболее безопасным методом определения принадлежности кассетного боевого элемента к взрывным устройствам является его обезвреживание с документированием последовательности действий и последующим проведением криминалистических исследований кассетного элемента (или его остатков) в лабораторных условиях.

3.3. Наличие исполнительного механизма либо средства взрывания и его состояние; проводится предварительное обследование объекта на предмет наличия признаков возможного взведения средства взрывания (исполнительного механизма), к которым относятся:

признаки прохождения снарядом канала ствола (следы отпечатков полей нарезов, прогоревшие трассеры, смятые обтюрирующие пояски);

признаки срабатывания вышибного заряда, реактивного двигателя, накола капсуля-воспламенителя и пр.;

признаки контакта с преградой; наличие деформаций и повреждений, следов вскрытия и нарушения промышленной сборки;

---

<sup>1</sup> Кассетными боевыми элементами (суббоеприпасами) снаряжаются, как правило, разовые бомбовые кассеты (РБК), блок-контейнеры фронтные (БКФ) и реактивные системы залпового огня (РСЗО). В качестве суббоеприпасов могут выступать осколочные, осколочно-кумулятивные, зажигательные боевые элементы, а также инженерные мины систем дистанционного минирования (противопехотные и противотанковые). Отличительные особенности кассетных боевых элементов – относительно малый калибр (как правило, 0,5–2,5 кг) и наличие стабилизатора (ленточного, перьевого, лопастного), обеспечивающего рассеивание по площадям и взведение суббоеприпасов на траектории падения.

признаки нагрева, нарушения пломб, коррозии, удаления и/или изменения содержания маркировочных обозначений; признаки наличия радиоприемных средств в режиме ожидания, таймеров в рабочем либо действующем состоянии, элементов неизвлекаемости и необезвреживаемости и пр.;

признаки срабатывания механизма дальнего взведения (перерезание металлоэлемента, выдавливание вязкого замедлителя, соответствующее положение стрелок циферблата, вывинчивание ветрянки);

признаки предстрельбовой подготовки взрывателя, дистанционного механизма (поворот шкалы взрывателя или движка на дистанционное действие), установки часового механизма, установки крана-переводчика в боевое положение, удаления защитного колпачка взрывателя и пр.;

несоответствие функционального назначения предмета условиям его применения;

звук работающего часового механизма, исходящий из предмета;

наличие элементов (деталей), не соответствующих прямому назначению предмета или не характерных для него;

наличие у предмета лишних переключателей и кнопок;

наличие у предмета светового индикатора.

4. В случае предварительного выявления принадлежности представленного объекта к самодельному взрывному устройству – анализ его компоновки и комплектности:

1) наличие изготовленных промышленным или самодельным способом средств инициирования, взрывателей, боеприпасов различного назначения, пиротехнических изделий или их элементов;

2) наличие изготовленных промышленным или самодельным способом зарядов взрывчатых веществ или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва;

3) наличие корпуса, маскирующей оболочки; их материал, форма, размеры, маркировка;

4) наличие и состояние исполнительного механизма:

механического типа (растяжка, чека, часовой механизм и пр.);

электромеханического типа (нажимной замыкатель, скользящий петлевой контакт, наклонный датчик цели, самодельный вибратор, датчик смещения, пружинный контакт в сочетании с электронной схемой и источником электропитания и пр.);

электрического (электронного) типа (коммутированные электросхемы, электронные часовые механизмы, приемно-передающие устройства, в том числе мобильные телефоны, средства охранной сигнализа-

ции и их комплекующие, работающие индикаторы различных типов), наличие автономных источников электропитания, антенн, тумблеров, выключателей, постоянных магнитов и пр.;

температура объекта, не соответствующая внешним условиям;

наличие признаков (следов) вскрытия или демонтажа, коррозии, а также признаков механических, термических и иных воздействий и повреждений;

наличие элементов неизвлекаемости, необезвреживаемости и пр.;

5) наличие признаков организации дробления оболочки; наличие готовых, полуготовых поражающих элементов; наличие прочих средств усиления поражающего действия (емкостей с горючими жидкостями, газами, порошками; фитилей, проводов, снаряжательных и запальных отверстий).

5. Фотографирование по правилам криминалистической масштабной съемки с учетом специфики объекта.

6. Установление способа изготовления объекта исследования (промышленный или самодельный)<sup>1</sup>: визуальное детальное исследование и сравнение методом сопоставления с взрывными устройствами промышленного изготовления по форме, размерам, конструкции; при необходимости – сравнение с образцами самодельных взрывных устройств (объектами сравнения могут быть образцы взрывных устройств и боеприпасов и их макеты, а также их изображения и описания в источниках информации – справочно-методической и учебной литературе, видеофильмах, информационно-поисковых системах, базах данных, конструкторской документации и пр.).

Взрывное устройство военного или гражданского назначения промышленного изготовления с наличием признаков изменений конструкции, произведенных самодельным способом: изменение формы; выполнение не предусмотренных первоначальной конструкцией технологических элементов (отверстий, пазов, лысок, резьб, ослабленных сечений и пр.); оснащение дополнительными приспособлениями, не предусмотренными конструкцией (крепежными элементами, средствами взрывания, соединительными проводами, маскирующими средствами); переснаряжение следует относить к самодельным взрывным устройствам. При этом устанавливаются технологические про-

---

<sup>1</sup> Все исследования проводятся с соблюдением мер безопасности обращения со взрывоопасными предметами.

цессы, оборудование и приемы, примененные при доработке объекта промышленного изготовления; по возможности устанавливается и квалификация изготовителя.

7. Для взрывного устройства, изготовленного промышленным способом, устанавливается следующее:

фактическое содержание маркировочных обозначений и уточнение их значения; наличие признаков изменения первоначального содержания маркировки<sup>1</sup>;

состояние исполнительного механизма;

групповая (видовая) принадлежность, модель, марка, принцип действия, назначение (военное либо гражданское); комплектность, предусмотренная конструкцией; область и порядок применения (род войск, оружие, для которого предназначен боеприпас, номенклатура поражаемых целей, принцип действия и поражающие факторы, предусмотренные конструкцией и назначением; задачи, решаемые объектом гражданского назначения и пр.)<sup>2</sup>;

порядок и способ безопасного демонтажа объекта в целях установления наличия взрывчатых веществ; выбор оборудования и инструментов для проведения демонтажа.

8. Для взрывного устройства самодельного изготовления устанавливается следующее:

конструкция;

комплектность и номенклатура составных частей и конструктивных элементов; их назначение;

промышленный аналог;

предполагаемый порядок (способ) применения.

Выбирается наиболее безопасный метод демонтажа данного взрывного устройства и при необходимости проводится расчетная либо экспериментальная оценка параметров его поражающего действия.

9. Демонтаж взрывных устройств и их элементов<sup>3</sup> для обеспечения раздельного исследования компонентов (элементов конструкции);

---

<sup>1</sup> При необходимости привлекаются эксперты по различным специальностям: технико-криминалистическим, трасологическим, материаловедческим и др.

<sup>2</sup> Тактико-технические характеристики исследуемого объекта устанавливаются только в тех случаях, когда это имеет существенное значение для расследования уголовного дела.

<sup>3</sup> Демонтаж средств взрывания (инициирования) категорически запрещен. Единственный достоверный и допустимый способ установления принадлежности объекта к взрывным устройствам и работоспособности средств инициирования – экспериментальный подрыв.

установление работоспособности объекта (пригодности для производства взрыва в представленном состоянии);

получение открытого доступа к веществам снаряжения объекта и отбор их проб.

При принятии решения о демонтаже предмета, подозреваемого на взрывоопасность, эксперт-взрывотехник должен руководствоваться требованиями обеспечения максимально возможной безопасности выполнения производимых им операций:

исследование средства инициирования на работоспособность в предполагаемом режиме использования;

установление работоспособности радиоэлектронных элементов и источников электропитания;

установление номенклатуры комплектующих представленного объекта; их способов изготовления, источников происхождения, квалификации изготовителя;

установление логики и порядка функционирования и применения объекта.

К неразрушающим методам демонтажа относятся разборка, развинчивание и другие технологические операции, после применения которых возможно приведение представленного объекта в состояние, соответствующее его комплектности и функционированию в том же виде, как и на момент представления на экспертизу.

Разрушающий демонтаж подразумевает использование методов, приводящих к необратимым изменениям первоначального состояния представленного объекта, в том числе к уничтожению либо к израсходованию части объекта либо всего объекта путем его подрыва<sup>1</sup>.

Разрушающий демонтаж применяется в случае невозможности установления наличия в представленном объекте взрывчатого вещества и, как правило, сводится к механическому разрушению (вскрытию) оболочки (корпуса) взрывного устройства.

Разрушающий демонтаж может быть выполнен следующими методами:

механической обработкой (распиливание, фрезерование, точение, сверление и пр.);

---

<sup>1</sup> Применение разрушающих методов демонтажа, как и иные действия, которые могут привести к необратимому изменению внешнего вида, свойств, конструкции объекта исследования, обязательно согласовываются с инициаторами исследования в установленном порядке.

динамическим воздействием специальных средств (прострел пуль; применение кумулятивных, механических или гидроразрушителей и пр.);

применением конструктивно оформленных зарядов взрывчатого вещества, специально предназначенных для разрушения преград и объектов, а также накладных зарядов взрывчатого вещества малой мощности (в том числе средств инициирования – детонирующих шнуров, капсулей-детонаторов, электродетонаторов и пр.).

10. Исследование веществ снаряжения по методике исследования изъятого объекта на предмет принадлежности (непринадлежности) его к взрывчатым веществам (с. 248).

Недопустимо формулирование вывода об отсутствии взрывчатого вещества в представленном объекте на основании визуального исследования содержания маркировочных обозначений на элементах выстрела (например, ХОЛ – холостой, ОХОЛ – охолощенный, ИНЕРТ – инертный, УЧЕБ, УЧ – учебный, БВ – баллистическая втулка, МАКЕТ и пр.) без организации непосредственного доступа к веществу снаряжения и его исследования на наличие взрывчатых свойств. Следует проводить полный комплекс исследований, в том числе демонтаж, во избежание формирования ошибочного вывода, так как на практике имеют место факты квалифицированного и качественного демонтажа, переснаряжения и последующей сборки боеприпасов самодельным способом, в том числе с применением промышленных технологических процессов и оборудования.

В процессе раскрытия и расследования преступлений важную составляющую представляет оперативно-розыскная работа, направленная на установление и задержание лица – изготовителя взрывного устройства и/или лица, его применившего или пытавшегося применить. Поэтому на начальном этапе исследований эксперт-взрывотехник должен выявить максимальное количество криминалистически значимых признаков объекта, позволяющих выстроить версии, касающиеся конструкции взрывного устройства, процесса его возможного изготовления и поступления в незаконный оборот.

Если на исследование поступило взрывное устройство, в конструкцию которого входят элементы, обладающие хорошей следовоспринимающей способностью (клеякие ленты, эпоксидная смола, пластилин и др.), то эксперт-взрывотехник должен уведомить инициатора исследований о необходимости проведения первоочередного дакти-

лоскопического исследования, а также исследования микроволокон, микрочастиц и объектов биологического происхождения (в случае их обнаружения).

11. Экспериментальный подрыв объекта, представленного на исследование.

Экспериментальный подрыв производится в следующих целях:

установление наличия взрывчатого вещества в исследуемом объекте;

установление пригодности представленного объекта для производства взрыва в состоянии, соответствующем конкретным условиям изъятия или оговоренном в постановлении о назначении экспертизы;

установление работоспособности исполнительного механизма и всей конструкции представленного объекта, режима и логики его срабатывания;

установление характеристик поражающего действия объекта и поражающих факторов вследствие его взрыва;

установление вероятного способа применения объекта.

При исследовании объекта на наличие взрывчатого снаряжения с применением зарядов взрывчатых веществ следует учесть возможность взрыва либо значительную степень разрушения представленного объекта. В целях обеспечения достоверности результатов исследования методом разрушающего подрыва следует использовать в качестве накладного (внешнего) заряда взрывчатое вещество, заведомо отличающееся от предполагаемого взрывчатого снаряжения объекта либо редко применяемое на практике. Масса накладного (внешнего) заряда должна быть минимальной и одновременно достаточной для нарушения сплошности оболочки, но не вызывающей детонации заряда демонтируемого взрывного устройства. После разрушающего демонтажа методом подрыва место проведения эксперимента исследуется на предмет наличия взрывчатых веществ снаряжения объекта, представленного на исследование, и его фрагментов.

Экспериментальный подрыв может производиться в лабораторных либо в полигонных условиях. При необходимости установления уровня поражающего действия взрыва эксперимент проводится в мишенной обстановке; параметры преград мишенной обстановки, уровни заглубления объекта в грунт, способ и порядок инициирования, а также иные исходные условия выбираются экспертом на основании оценки предполагаемого действия взрыва и комплекса его поражающих факторов [15].

Информация о факте и способе израсходования взрывоопасных объектов (при наличии письменного разрешения следователя) в результате их разрушающего демонтажа или подрыва в процессе исследования обязательно отражается в экспертном заключении или сопроводительных документах к нему. Фрагменты демонтированных или разрушенных взрывом взрывных устройств в установленном порядке возвращаются в орган, назначивший производство взрывотехнической экспертизы<sup>1</sup>.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод о принадлежности изъятых предметов (изделия) к взрывным устройствам формулируется в случае, когда в результате проведенного исследования установлено наличие у него заряда взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва при определенных условиях.

#### *Примеры.*

1. Представленный на экспертизу объект является промышленно изготовленным взрывным устройством военного назначения – боеприпасом, а именно гранатой Ф-1, снаряженной взрывчатым веществом бризантного действия – тротилом. Масса взрывчатого вещества – 55 г. Представленная на исследование граната Ф-1 пригодна для использования по назначению, т.е. для производства взрыва.

2. Представленный на экспертизу предмет является взрывным устройством, изготовленным самодельным способом на базе изготовленной промышленным способом зажигалки «Zippo». Самодельное взрывное устройство снаряжено зарядом самодельного взрывчатого вещества на основе триперекиси ацетона. По принципу действия устройство является самодельной миной-ловушкой. Самодельное взрывное устройство пригодно для производства взрыва.

3. Исследуемый предмет является радиоуправляемым взрывным устройством, однако на момент исследования источник питания боевой цепи находился в полностью разряженном состоянии, вероятно, по причине установки взрывного устройства на объект в условиях отрицательных температур.

---

<sup>1</sup> Фрагменты самодельных взрывных устройств инициатору исследования не возвращаются, а помещаются в региональные или федеральную (радиоэлектроника) криминалистические коллекции [11].

Срабатывания взрывного устройства не произошло, потому что ток, подаваемый на средство инициирования, оказался недостаточным для его срабатывания.

Категорический отрицательный вывод о непринадлежности изъятых объектов к взрывным устройствам формулируется в случае, когда в результате проведенного исследования установлено отсутствие у него заряда взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва.

*Пример.* Представленный на экспертизу предмет взрывным устройством не является, взрывчатых веществ не содержит.

Предположительный (вероятный) вывод формулируется в случаях, когда результаты исследования по ряду причин не могут быть истолкованы однозначно и не дают оснований для категорического вывода или вывода о невозможности решения вопроса.

*Пример.* Исследуемый объект, а именно заряд с электродетонатором, источником питания и таймером, вероятно, являлся взрывным устройством, однако сделать категорический вывод не представляется возможным, так как предполагаемый заряд взрывчатого вещества (триперекись ацетона) из соображений безопасности и исключения несанкционированного взрыва был уничтожен до поступления в лабораторию.

Вывод о невозможности решения вопроса делается на следующих основаниях:

эксперт не располагает исчерпывающей информацией об объекте, достаточной для исследования его в полном объеме без риска для жизни, здоровья;

эксперт не располагает информацией об объекте в объеме, достаточном для категорического положительного или отрицательного вывода;

квалификация эксперта недостаточна для исследования объекта в полном объеме;

материально-техническая база не позволяет провести полномасштабные экспертные эксперименты.

## Литература

1. Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Стецкевич А.Д. Место взрыва как объект криминалистического исследования. – М.: ЭКЦ МВД России, 1995.

2. Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А. Взрывные устройства промышленного изготовления и их криминалистическое исследование. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

3. Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А. Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

4. Караваев М.В., Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Семенов А.Ю., Наумов А.Б. Самодельные взрывные устройства типа «мина-ловушка» // Экспертная практика. – № 61. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006.

5. Караваев М.В., Семенов А.Ю., Стецкевич А.Д., Наумов А.Б. Особенности организации и проведения экспериментального исследования при производстве взрывотехнической экспертизы // Экспертная практика. – № 64. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

6. Комиссаров В.П. Маркировка реактивных боеприпасов ближнего боя одноразового применения // Экспертная практика. – № 61. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006.

7. Кубышкин И.Г. Опыт работы со взрывоопасными предметами на примере инженерных боеприпасов и их элементов // Экспертная практика. – № 41. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

8. Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Соловьев М.Ю., Семенов А.Ю. Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ // Экспертная практика. – № 66. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

9. Мартынов В.В., Стецкевич А.Д., Прозоров А.А., Комиссаров В.П., Семенов А.Ю. Основы криминалистического исследования пиротехнических средств промышленного изготовления. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

10. Основы инженерно-технических экспертиз / Под ред. Ю.М. Дильдина. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

11. Приказ МВД России от 10 февраля 2006 г. № 70 «Об организации использования экспертно-криминалистических учетов органов внутренних дел Российской Федерации».

12. Приказ ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России, Минздравсоцразвития России от 24 октября 2005 г. № 633/ДСП/451/ДСП/866/ДСП/763/ДСП/649/ДСП «Об утверждении Положения о взаимодействии ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России и Минздравсоцразвития России при угрозе применения патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ в террористических целях».

13. Словарь основных терминов взрывотехнической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 1998.

14. *Стецкевич А.Д., Караваев М.В.* Взрыватели инженерных боеприпасов и их детали // Экспертная практика. – № 58. – М.: ЭКЦ МВД России, 2005.

15. *Стецкевич А.Д., Лимонов В.Н., Наумов А.Б.* Особенности экспертного исследования инженерных боеприпасов с готовыми и полуготовыми поражающими элементами // Экспертная практика. – № 48. – М.: ЭКЦ МВД России, 2000.

16. *Стецкевич А.Д.* Маркировочные обозначения боеприпасов ствольной артиллерии // Экспертная практика. – № 49. – М.: ЭКЦ МВД России, 2000.

17. *Стецкевич А.Д.* Маркировочные обозначения ручных гранат и запалов к ним // Экспертная практика. – № 55. – М.: ЭКЦ МВД России, 2004.

18. *Стецкевич А.Д., Мартынов В.В., Гусев С.Е.* Конструкции аэрозольобразующих спецсредств и особенности их экспертного исследования // Экспертная практика. – № 54. – М.: ЭКЦ МВД России, 2003.

19. *Стецкевич А.Д., Резниченко С.Н., Мартынов В.В., Гусев С.Е., Головенкин В.В., Караваев М.В.* Неуправляемые авиационные ракеты – объект взрывотехнической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 2005.

20. *Стецкевич А.Д., Семенов А.Ю., Мартынов В.В.* Мобильный комплект специнструмента эксперта-взрывотехника // Экспертная практика. – № 47. – М.: ЭКЦ МВД России, 1999.

21. *Стецкевич А.Д.* Средства инициирования и их маркировка // Экспертная практика. – № 70. – М.: ЭКЦ МВД России, 2011.

22. *Стецкевич А.Д., Федорова С.Ю.* Маркировочные обозначения боеприпасов военно-морского флота // Экспертная практика. – № 67. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

23. *Тузков Ю.Б., Макаров С.Я., Семенов А.Ю.* Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДОВЫХ КОЛИЧЕСТВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

*В.В. Кузьмин, Ю.Б. Тузков, А.Ю. Семенов,  
А.Д. Стецкевич, А.Б. Наумов, А.В. Дьяконов*  
ЭКЦ МВД России

*С.А. Шумилов*  
НИИ криминалистики ЦСТ ФСБ России

### Экспертная задача

Установление наличия (отсутствия) взрывчатых веществ на объектах, представленных на исследование; идентификация взрывчатых веществ.

### Объекты исследования

Объекты – носители следовых количеств взрывчатых веществ<sup>1</sup> (в том числе в остатках после взрыва): остатки вещной обстановки; остатки конструкции взрывного устройства; смывы и соскобы с предметов вещной обстановки; марлевые и ватные тампоны со смывами с различных поверхностей (рук подозреваемых, дверных ручек, предметов ручной клади, деталей взрывного устройства, объектов вещной обстановки и др.); предметы одежды со следами взрывного воздействия; пробы воздуха; биологический материал; объекты, находившиеся в момент взрыва в непосредственной близости от взрывного устройства (грунт из воронки, смывы или соскобы в местах наибольшего термического действия продуктов взрыва, готовые поражающие элементы) и др.

Контрольные объекты – образцы материалов и реактивов, использованных при производстве следственных действий, и образцы объектов, наличие на которых остатков непродетонировавших взрывчатых веществ исходя из обстоятельств дела маловероятно (например, образцы марлевых и ватных тампонов, пропитанных растворителями, использовавшимися при производстве смывов; контрольные образцы грунта, изъятые на некотором отдалении от воронки в месте, где наличие непродетонировавших остатков взрывчатых веществ маловероятно).

---

<sup>1</sup> Следовые количества вещества применительно к взрывотехнической экспертизе – такие количества, которые не видны невооруженным глазом, но способны детектироваться при применении специальных технических средств и методов.

## Вопросы, решаемые экспертизой<sup>1</sup>

Имеются ли на представленных объектах следы взрывчатых веществ? Если да, то каких именно и каков способ их изготовления?

### Сущность методики

Обнаружение следовых количеств взрывчатых веществ и конденсированных продуктов их взрыва (горения) на объектах, представленных на исследование, и их идентификация по качественному химическому составу, установленному в процессе исследования.

### Подзадачи

#### **1. Предварительное исследование объектов.**

*Объекты исследования.* Объекты, представленные на исследование.

*Принципы решения подзадачи.* Внешний осмотр объектов, представленных на исследование, в целях отбора наиболее информативных объектов для дальнейшего исследования.

Формирование групп информативных объектов с учетом общегрупповых признаков (например, по следам воздействия взрыва, по степени загрязненности, по виду материала и т.д.).

#### **2. Подготовка проб для химического исследования.**

*Объекты исследования.* Наиболее информативные объекты и их группы, отобранные на стадии предварительного осмотра.

*Принцип решения подзадачи.* Проведение операций экстракции, очистки, концентрирования и др. в целях получения представительных проб в формах, удобных для проведения химического исследования.

#### **3. Установление качественного химического состава основных компонентов представительных проб, характерных для взрывчатых веществ.**

*Объекты исследования.* Представительные пробы, полученные на стадии подготовки проб для химического исследования.

*Принцип решения подзадачи.* Установление качественного химического состава основных компонентов проб, характерных для взрывчатых веществ и конденсированных продуктов взрыва (горения), путем выявления, анализа и сравнения комплекса характеристик, выявленных в результате химического исследования, с аналогичным комплексом

---

<sup>1</sup> Могут решаться и иные вопросы, поставленные инициатором исследования.

характеристик, содержащихся в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, натуральных коллекциях, базах данных, автоматизированных информационно-поисковых системах и др.) [1, 2, 6–9, 11, 13–16].

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Объекты со следами бризантного действия взрыва – неправильная форма с «рваными» краями (в виде выступов и впадин); характерная морфология поверхностей (в некоторых случаях внутренние поверхности осколков, контактировавших со взрывчатым веществом, имеют характерные трещины, царапины, микрократеры и пр.; волокнистые материалы типа бумаги, картона, дерева разволокнены).

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Штангенциркуль (точность – 0,1 мм).

Линейка (точность – 1 мм).

Лупа криминалистическая.

Постоянный магнит.

Биноклярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой (отраженный косопадающий свет, искусственное освещение).

Криминалистический атлас цветов.

Комплекты слесарного, столярного инструментов; углошлифовальные машины.

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Емкости для экстракции и для упаривания.

Растворители различной полярности.

Вытяжной шкаф.

Емкости для концентратов.

Материалы и оборудование для проведения операций очистки и концентрирования проб (патроны для твердофазной экстракции, лабораторная посуда и др.).

Ультразвуковая баня.

Хроматографические пластины («Сорбфил» УФ-254, Россия; «Silufol» UV-254, Чехия; «Merck» Alufolien Kieselgel 60 F 254, Германия и др.).

Кюветы для элюирования хроматографических пластин.

УФ-лампа с излучением в областях 254 и 366 нм.

Камера для проявления хроматографических пластин.

Набор лабораторной посуды (пипетки, колбы, пробирки и др.).

Приспособления для нанесения проб на хроматографические пластины (микродозаторы, микрошприцы, стеклянные, полиэтиленовые, фторопластовые и иные капилляры и т.п.).

Растворы образцов-свидетелей.

Растворители для создания элюирующих систем.

Устройство для сушки хроматографических пластин.

Пинцеты.

Перчатки (латексные, полиэтиленовые и др.).

Пульверизаторы.

Проявляющие агенты.

Денситометры.

Стекла для аналитических реакций (предметные, с лунками, часовые и пр.).

Набор аналитических реактивов и материалов для проведения капельных реакций.

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии в сочетании с детектирующими системами (масс-селективный детектор, детектор электронного захвата (ДЭЗ), пламенно-ионизационный детектор (ПИД) и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая капиллярная колонка типа «TR-5MS», «TG-5MS», «HP-5MS», «DB-5», «Ultra-1» длиной 10–30 м.

Газ-носитель.

Микрошприц для хроматографии объемом до 10 мкл.

Образцы сравнения для калибровки приборов.

Виалы для хроматографии с крышками.

Хроматографическая станция для жидкостной хроматографии в сочетании с детектирующими системами (спектрофотометрический детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая колонка типа «C18», «RP18», «C8», «Hypercarb».

ИК-Фурье-спектрометр с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Приставка нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) для работы с нативными образцами.

ИК-микроскоп для работы с микрочастицами.

Препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли, микротомы и др.).

Агатовая ступка и пестик; пресс-форма и пресс для изготовления таблеток; держатели (при работе с таблетками).

Оптически прозрачный в ИК-спектральной области материал для прессования таблеток (KBr, ZnSe и др.).

Станция для капиллярного электрофореза (КЭ) в сочетании с детектирующими системами (УФ-детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Кварцевый капилляр для систем КЭ.

Набор реактивов, растворителей и буферных систем для КЭ.

Виалы для КЭ с крышками.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Пластиковые кюветы и держатели для микрообъектов.

Пленка майларовая различной толщины.

Электронный микроскоп, оснащенный системой рентгеновского микроанализа, с детектором отраженных электронов, детектором вторичных электронов и с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Двухсторонняя углеродная токопроводящая клейкая лента.

Предметные столики.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и с предоставленными дополнительными материалами (протокол осмотра места происшествия, протокол изъятия, заключение специалиста, акт досмотра и др.). Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы.

2. Осмотр упаковки объектов исследования; фиксация ее состояния и целостности, наличия оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей. Вскрытие упаковки<sup>1</sup>; установле-

---

<sup>1</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности.

ние соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы (исследования)<sup>1</sup>.

3. Предварительная оценка возможности дальнейших действий, пределов допустимых манипуляций с объектами и требований к условиям их промежуточного хранения в ходе исследований (с учетом всей полученной информации (в том числе оперативной) и исходя из потенциально предполагаемых свойств объектов)<sup>2</sup>.

### *Предварительное исследование*

1. Осмотр и детальное визуальное исследование объектов с использованием средств фиксации, измерения и индивидуальной защиты<sup>3</sup>. Выявление наличия комплекса характерных признаков для каждого из исследуемых объектов. При обнаружении частиц, по внешнему виду характерных взрывчатым веществам или их компонентам, – их отбор и последующее исследование в соответствии с типовой методикой исследования изъятого объекта на предмет принадлежности (непринадлежности) его к взрывчатым веществам ЭКЦ МВД России и НИИ криминалистики ФСБ России (с. 248).

2. Отбор наиболее информативных объектов<sup>4</sup> и формирование из них группы с учетом общегрупповых признаков (например, по следам воздействия взрыва, по степени загрязненности, по виду материала; при наличии соответствующих специальных технических средств (детекторы паров взрывчатых веществ различных конструкций) – по их положительному отклику и т.д.)<sup>5</sup>.

3. Выявление наличия (отсутствия) контрольных объектов.

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы (исследования) – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>2</sup> Подозрение на содержание в представленных объектах патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения дальнейшего исследования, информирования инициатора исследования и ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке [10].

<sup>3</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности.

<sup>4</sup> При отсутствии информативных объектов – ходатайство перед инициатором исследования о предоставлении дополнительных материалов и/или об организации проведения повторного осмотра места происшествия.

<sup>5</sup> При исследовании крупногабаритных объектов допускается отделение от них наиболее информативных частей или производство с информативных участков последовательных смывов или соскобов.

### *Подготовка проб для химического исследования<sup>1</sup>*

1. Приготовление контрольных проб растворителей и материалов, используемых для экстракции объекта (в зависимости от применяемых методов физико-химического анализа). Установление отсутствия (в пределах чувствительности применяемых физико-химических методов) в объектах взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров и органических перекисных соединений, компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив, а также конденсированных продуктов взрыва (горения); при выявлении перечисленного в контрольных пробах – замена растворителей на новые и повторение операции контроля.

2. Предварительная подготовка к последовательной экстракции с применением общих методов препаративной химии (при необходимости и с учетом характера представленных объектов).

3. Последовательная экстракция<sup>2</sup> основных компонентов отобранных представительных проб, характерных для взрывчатых веществ, с каждой из групп объектов, представленных на исследование; фиксирование характера окраски получаемых растворов, наличия нерастворимых остатков.

3.1. Проведение экстракции при использовании методов ТСХ, МАКР, РФА, КЭ и СЭМ МА.

Экстракция компонентов отобранных представительных проб, характерных для взрывчатых веществ и конденсированных продуктов взрыва (горения), с каждой из групп представленных на исследование объектов ацетоном методом смывания либо полного или частичного погружения (допускается интенсификация процесса экстракции с помощью ультразвуковой бани). По завершении экстракции – получение твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне (фильтрованием или декантированием с последующим упариванием досуха<sup>3</sup>). Растворение полученного твердого остатка в нескольких

---

<sup>1</sup> Любые действия, которые могут привести к необратимому изменению внешнего вида или свойств объекта, обязательно согласовываются с инициатором исследования.

<sup>2</sup> В зависимости от результатов предварительного исследования объекта при проведении последовательной экстракции возможно использование растворителей, отличных от указанных.

<sup>3</sup> Упаривание производят при комнатной температуре или в токе инертного газа.

каплях ацетона и перенос в соответствующие емкости для концентратов. Полученные ацетоновые концентраты готовы к исследованию методами ТСХ и КЭ.

Экстракция дистиллированной водой аналогично экстракции ацетоном и в тех же емкостях (емкости должны соответствовать группам объектов, которые в них экстрагировались ацетоном). Получение твердых образцов компонентов проб, растворимых в дистиллированной воде и не растворимых в ацетоне упариванием водных экстрактов досуха<sup>1</sup>. Полученные образцы готовы к исследованию методами РФА и СЭМ МА.

После проведения исследования методами РФА и СЭМ МА – растворение твердых образцов компонентов проб (растворимых в дистиллированной воде) в нескольких каплях дистиллированной воды; затем фильтрация и перенесение в соответствующие емкости для концентратов. Полученные водные концентраты готовы к исследованию методами ТСХ, МАКР и КЭ.

Подготовка нерастворимых в ацетоне и дистиллированной воде остатков к исследованию методами РФА, СЭМ МА и МАКР: тщательное высушивание.

### 3.2. Проведение экстракции при использовании методов ГЖХ и ВЭЖХ.

Экстракция ацетоном компонентов отобранных представительных проб, характерных для взрывчатых веществ, с каждой из групп объектов, представленных на исследование: смыванием либо полным или частичным погружением (в отдельных емкостях)<sup>2</sup>.

По завершении экстракции – получение твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне, фильтрованием или декантированием с последующим упариванием.

Растворение полученного сухого остатка в нескольких каплях ацетонитрила для получения ацетонитрильного раствора, готового к исследованию методами ГЖХ и ВЭЖХ.

*Примечание.* В случае получения сильно загрязненных экстрактов возможно проведение их предварительной очистки общеизвестными методами (например, последовательной или твердофазной экстракцией, препаративной колоночной или тонкослойной хроматографией).

---

<sup>1</sup> Упаривание производят при температуре не выше 40 °С. Допускается использование тока инертного газа или вакуума.

<sup>2</sup> Допускается интенсификация процесса экстракции с помощью ультразвуковой бани.

При наличии в распоряжении эксперта неразрушающих методов физико-химического анализа (например, РФА и/или СЭМ МА) и с учетом характера представленных объектов допускается проведение их анализа этими методами до проведения последовательной экстракции. Вне зависимости от полученных результатов проведение последовательной экстракции обязательно.

***Установление качественного химического состава  
основных компонентов представительных проб,  
характерных для взрывчатых веществ***

1. Установление качественного химического состава основных компонентов представительных проб, характерных для взрывчатых веществ и/или конденсированных продуктов взрыва (горения), с использованием не менее двух методов (или различных условий в рамках используемого метода) физико-химического анализа<sup>1</sup>.

1.1. Метод ТСХ.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, с применением не менее двух элюирующих систем (например, гексан–ацетон–толуол – 2:1:1 и бензол (толуол) для ацетонового экстракта) – на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров и элементарной серы, органических перекисных соединений и иных характерных компонентов органической природы; ацетон–изопропанол–10%-й водный раствор аммиака – 3:1:0,07 и ацетонитрил–изопропанол–2%-й водный раствор аммиака – 3:1:0,007 для водного экстракта – на наличие ионов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив, конденсированных продуктов взрыва (горения).

Сравнение величин хроматографической подвижности ( $R_f$ ) и окраски зон после проявления с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ТСХ.

---

<sup>1</sup> Исследование компонентов органической природы должно обязательно дополняться исследованиями компонентов неорганической природы. Исследование методом ТСХ проводится с использованием не менее двух различных подвижных фаз, а результаты, полученные методом ГЖХ, подтверждаются, например, методом ВЭЖХ. Результаты исследования, полученные методом МАКР, при необходимости дополняются результатами исследования, полученными другими методами анализа веществ неорганической природы.

## 1.2. Метод МАКР.

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в дистиллированной воде, на наличие ионов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив, конденсированных продуктов взрыва (горения).

Исследование нерастворимых в ацетоне и дистиллированной воде компонентов проб на наличие веществ, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив, конденсированных продуктов взрыва (горения).

Сравнение результатов проведения качественных реакций (окраска, выпадение осадка, выделение газообразных продуктов и пр.) с аналогичным комплексом характеристик, содержащихся в справочных материалах.

Формулирование вывода о результатах исследования методом МАКР.

## 1.3. Метод ГЖХ.

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в ацетонитриле, на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров, органических перекисных соединений и других компонентов взрывчатых составов (дифениламин, централиты, нефтепродукты, элементарная сера, гексахлорбензол и др.).

Сравнение полученных результатов (времени хроматографического удерживания компонентов образца) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей; при использовании масс-селективного детектора – сравнение полученных масс-спектров с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, баз данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ГЖХ.

## 1.4. Метод ВЭЖХ.

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в ацетонитриле, на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров, органических перекисных соединений и других компонентов взрывчатых составов (дифениламин, централиты, красители, элементарная сера, гексахлорбензол и др.).

Сравнение полученной хроматографической и спектральной информации с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей или с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, баз данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ВЭЖХ.

#### 1.5. Метод КЭ.

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в ацетоне, на наличие взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитраминов, нитроэфиров и органических перекисных соединений в режиме мицеллярной электрокинетической хроматографии.

Сравнение полученных результатов (времени хроматографического удерживания компонентов образца, а при использовании масс-селективного детектора или фотодиодной матрицы – и масс-спектров или УФ-спектров) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей (библиотеками спектров).

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в дистиллированной воде, на наличие ионов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив, конденсированных продуктов взрыва (горения), в режиме капиллярного электрофореза.

Сравнение полученных результатов (времени удерживания компонентов образца) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Формулирование вывода о результатах исследования методом КЭ.

#### 1.6. Метод РФА.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, или информативных объектов на наличие элементов, характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив, конденсированных продуктов взрыва (горения).

Получение РФА-спектров исследуемых проб. Определение элементного состава пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом РФА.

#### 1.7. Метод СЭМ МА.

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, или информативных объектов на наличие элементов,

характерных для компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, порохов и твердых ракетных топлив, конденсированных продуктов взрыва (горения).

Получение изображений частиц исследуемых проб и их РФА-спектров. Определение элементного состава проб.

Формулирование вывода о результатах исследования методом СЭМ МА.

2. Обобщение результатов химического исследования и формулирование вывода о качественном составе основных компонентов представительных проб, характерных для взрывчатых веществ.

### *Техническая часть*

1. Сравнение установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов представительных проб с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, натуральных коллекций, баз данных и др.).

2. Выявление совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов представительных проб с индивидуальными взрывчатыми веществами классов полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений и др., информация о которых имеется в справочных материалах. Формулирование вывода об обнаружении на соответствующих объектах следовых количеств взрывчатых веществ перечисленных классов<sup>1</sup>.

Выявление совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов представительных проб с компонентами смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов, конденсированных продуктов взрыва (горения) и др., информация о которых имеется в справочных материалах. Формулирование вывода об обнаружении

---

<sup>1</sup> Установление отсутствия совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов представительных проб с индивидуальными взрывчатыми веществами классов полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений и др., информация о которых имеется в справочных материалах, недостаточно для формулирования вывода об отсутствии на соответствующих объектах следовых количеств взрывчатых веществ и может свидетельствовать лишь о том, что в пределах чувствительности примененных физико-химических методов индивидуальных взрывчатых веществ перечисленных классов не обнаружено.

ружении на соответствующих объектах следовых количеств веществ, характерных для компонентов взрывчатых материалов перечисленных классов и/или конденсированных продуктов взрыва (горения)<sup>1</sup>.

Обнаружение на контрольных объектах взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений, компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов, конденсированных продуктов взрыва (горения) и др., аналогичных обнаруженным при исследовании остальных объектов, является достаточным для формулирования вывода о невозможности однозначного трактования результатов химического исследования<sup>2</sup>.

3. Обобщение полученных данных о качественном составе основных компонентов объекта.

Наличие совпадения, установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов представительных проб, с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, является достаточным для формулирования вывода об обнаружении компонентов, характерных для взрывчатых веществ промышленного изготовления, с указанием наименования индивидуального взрывчатого вещества или с перечислением марок смесевых взрывчатых веществ или композиционных составов, соответствующих или близких компонентному составу, установленному химическим исследованием.

Отсутствие совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов пред-

---

<sup>1</sup> Установление отсутствия совпадения установленного в процессе химического исследования качественного состава основных компонентов представительных проб с компонентами смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов, конденсированных продуктов взрыва (горения) и др., информация о которых имеется в справочных материалах, недостаточно для формулирования вывода об отсутствии на соответствующих объектах следовых количеств компонентов перечисленных взрывчатых веществ и конденсированных продуктов взрыва (горения) и может свидетельствовать лишь о том, что в пределах чувствительности примененных физико-химических методов компонентов, характерных для смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов, конденсированных продуктов взрыва (горения) и др., не обнаружено.

<sup>2</sup> При наличии необходимых технических средств, соответствующих навыков и с соблюдением требований техники безопасности эксперт вправе произвести сравнение количественного содержания основных компонентов на объектах исследования, после чего сформулировать соответствующие выводы.

ставительных проб с составами взрывчатых веществ промышленного изготовления, имеющимися в справочных материалах, является достаточным для формулирования вывода об обнаружении компонентов взрывчатых веществ (без указания их марок).

При установлении двойного назначения компонентов представительных проб при формулировании вывода указываются их бытовое, промышленное или иное назначение и возможность использования в качестве компонента взрывчатого вещества или самостоятельного взрывчатого вещества. К таким веществам можно отнести целый ряд соединений, используемых в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства (химические реактивы и препараты, азотные удобрения и др.)<sup>1</sup>.

При обобщении результатов исследования экспертом могут быть даны рекомендации по способу сохранения взрывчатых веществ на объектах-носителях, представленных на исследование, а также приведены сведения, находящиеся в компетенции эксперта-взрывотехника (в соответствии с вопросами следователя или в качестве экспертной инициативы):

способ изготовления взрывчатого вещества (промышленный, самодельный); перечень технологических приемов, использованных при его изготовлении;

---

<sup>1</sup> В частности, чистая аммиачная селитра использовалась в промышленности как взрывчатое вещество, но в связи с низкой восприимчивостью к детонации и невысокими взрывчатыми характеристиками ее применение как взрывчатого вещества прекращено, но она может быть использована в качестве окислителя в смесевых взрывчатых веществах (как промышленных, так и самодельных типа «окислитель-горючее»).

Пикриновая кислота, выпускаемая промышленностью, использовалась как желтый краситель по шерсти; в настоящее время она применяется в качестве реактива в аналитической химии, биологии и металловедении. Однако она использовалась и в качестве взрывчатого вещества, по мощности близкого к тротилу, поэтому можно заключить, что пикриновая кислота является самостоятельным бризантным взрывчатым веществом, которое может быть использовано в качестве реактива или красителя.

Перекись бензоила применяется для изготовления составов, используемых в электрических запалах в целях снижения температуры вспышки инициирующего состава. В качестве самостоятельного взрывчатого вещества или компонента взрывчатых составов промышленного изготовления перекись бензоила не используется ввиду ее слабых взрывчатых свойств, но в самодельных взрывных устройствах она применяется в качестве зарядов взрывчатого вещества.

условия, при которых возможно производство взрыва;  
возможное применение обнаруженных веществ в бытовых целях;  
области познаний и предположительный уровень квалификации  
изготовителя самодельного взрывчатого вещества;

вероятные источники происхождения взрывчатого вещества (и  
иная информация, способствующая технико-криминалистическому  
обеспечению раскрытия и расследования преступления).

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует  
окончательный вывод.

Категорический положительный вывод об обнаружении следовых  
количеств взрывчатых веществ формулируется в том случае, когда  
в результате проведенного исследования установлено наличие ве-  
ществ, относящихся к классам полинитроароматических соединений,  
нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений, а  
также к компонентам смесевых взрывчатых веществ, пиротехниче-  
ских составов, твердых ракетных топлив, порохов, конденсированных  
продуктов взрыва (горения) и др., информация о которых имеется в  
справочных материалах.

#### *Примеры.*

1. На представленных на экспертизу объектах обнаружены следовые ко-  
личества тротила – бризантного взрывчатого вещества.

2. На представленных на экспертизу объектах обнаружены следовые ко-  
личества перекиси ацетона (триперекиси ацетона) – самодельного взрывча-  
того вещества.

3. На представленных на экспертизу объектах обнаружены металличе-  
ский алюминий и нитрат аммония – компоненты, характерные для смесевых  
аммиачно-селитренных взрывчатых веществ типа «окислитель–горючее».

4. На представленных на экспертизу объектах обнаружены следовые ко-  
личества тротила и гексогена – бризантных взрывчатых веществ, а также  
металлический алюминий и нитрат аммония.

Выявленный компонентный состав (гексоген и тротил, нитрат аммония  
и металлический алюминий) может соответствовать компонентному составу  
следующих взрывчатых веществ:

промышленные взрывчатые вещества типа «скальный аммонит № 1» или  
«аммонал скальный № 3»;

промышленные взрывчатые вещества типа «Аммонал», «Граммонал»,  
«Акватол», «Карботол» различных марок с использованием дополнительного  
детонатора в виде заряда гексогена.

самодельное взрывчатое вещество на основе аммиачной селитры и металлического алюминия типа «окислитель–горючее» с использованием дополнительного детонатора в виде заряда тротила и гексогена.

5. На представленных на экспертизу объектах обнаружены элементарная сера, нитраты, нитриты, карбонаты и сульфаты калия – компоненты, характерные для дымных порохов (металлических взрывчатых веществ) и продуктов их сгорания.

6. На представленных на экспертизу объектах обнаружены дифениламин и камфора – стабилизаторы химической стойкости бездымных порохов – металлических взрывчатых веществ.

Категорический отрицательный вывод формулируется в том случае, когда в результате проведенного исследования веществ, относящихся к классам полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений, а также к компонентам смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов, конденсированных продуктов взрыва (горения) и др., информация о которых имеется в справочных материалах, в пределах чувствительности примененной методики не обнаружено.

*Пример.* На представленных на экспертизу объектах взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений, а также компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов и др. в пределах чувствительности примененной методики не обнаружено.

Вывод о невозможности решения вопроса делается при обнаружении на контрольных объектах взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений, компонентов смесевых взрывчатых веществ, пиротехнических составов, твердых ракетных топлив, порохов и др., аналогичных обнаруженным при исследовании информативных объектов, а также в случае, когда эксперт не располагает информацией об объекте в объеме, достаточном для категорического вывода.

*Пример.* На представленных на экспертизу объектах взрывчатых веществ классов полинитроароматических соединений, нитроэфиров, нитраминов, органических перекисных соединений в пределах чувствительности примененной методики не обнаружено. Однозначных выводов о наличии компонентов, характерных для смесевых взрывчатых веществ, порохов, пиротехнических составов и твердых ракетных топлив, а также продуктов их сгорания или взрыва, сформулировать не представляется возможным ввиду наличия соответствующих компонентов на контрольных объектах.

## Литература

1. *Агинский В.Н., Дильдин Ю.М., Сорокина Г.И.* Методика экспертного исследования взрывчатых веществ в остатках после взрыва // Экспертная практика. – № 21. – М.: ЦНИКЛ МВД СССР, 1984.
2. *Афонин В.П., Комяк Н.И., Николаев В.П., Плотников Р.И.* Рентгенофлуоресцентный анализ. – Новосибирск, 1991.
3. *Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Стецкевич А.Д.* Место взрыва как объект криминалистического исследования. – М.: ЭКЦ МВД России, 1995.
4. *Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А.* Взрывные устройства промышленного изготовления и их криминалистическое исследование. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.
5. *Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А.* Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.
6. *Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Соловьев М.Ю., Семенов А.Ю.* Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ // Экспертная практика. – № 66. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.
7. Основы инженерно-технических экспертиз / Под ред. канд. техн. наук Ю.М. Дильдина. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.
8. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.
9. Практическая растровая электронная микроскопия / Под ред. Дж. Гоулдстейна и Х. Яковица: Пер. с англ. под ред. В.И. Петрова. – М., 1978.
10. Приказ ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России, Минздравсоцразвития России от 24 октября 2005 г. № 633/ДСП/451/ДСП/866/ДСП/763/ДСП/649/ДСП «Об утверждении Положения о взаимодействии ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России и Минздравсоцразвития России при угрозе применения патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ в террористических целях».
11. Система капиллярного электрофореза «Капель». Основы метода. Аппаратура. Примеры использования систем капиллярного электрофореза «Капель-103, -104, -105». – СПб., 2001.
12. Словарь основных терминов взрывотехнической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 1998.
13. *Тузков Ю.Б., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Прозоров А.А.* Взрывчатые вещества и их характеристики. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2002.

14. Энергетические конденсированные системы: Краткий энциклопедический словарь / Под ред. Б.П. Жукова. – Изд. 2-е, испр. – М., 2000.

15. *Engelhardt H., Beck W., Schmitt T.* Capillarelektroforese, Methoden und Möglichkeiten. – Wiesbaden, 1994.

16. *Heiger D.* High performance capillary electrophoresis. An introduction. – 2000.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТКОВ ВЗРЫВНОГО УСТРОЙСТВА ПОСЛЕ ВЗРЫВА

*А.Д. Стецкевич, А.Ю. Семенов, В.В. Кузьмин*  
ЭКЦ МВД России

*Р.Н. Соколюк, А.И. Чернов, В.Ю. Смелов*  
НИИ криминалистики ЦСТ ФСБ России

### Экспертная задача

Установление принадлежности (непринадлежности) изъятых фрагментов к остаткам взрывного устройства после взрыва.

### Объекты исследования<sup>1</sup>

Фрагменты предметов (изделий) промышленного и самодельного изготовления, подозреваемые на принадлежность к остаткам взрывных устройств после взрыва<sup>2</sup>.

### Вопросы, решаемые экспертизой<sup>3</sup>

Являются ли представленные объекты частями взрывного устройства? Если да, то какого типа и каков способ его изготовления?

---

<sup>1</sup> Положения методики могут быть распространены на объекты, не относящиеся к перечисленным, но содержащие взрывчатые вещества или иное снаряжение, способное к осуществлению взрыва, и срабатывающие в определенных условиях с эффектом взрыва.

<sup>2</sup> Экспертным исследованиям подлежат только обезвреженные фрагменты взрывных устройств. Приведение фрагментов взрывного устройства в обезвреженное состояние должно обеспечиваться мероприятиями, предусмотренными выполнением требований нормативных актов МВД России, ФСБ России, Минобороны России и МЧС России.

<sup>3</sup> Могут решаться и иные вопросы, поставленные инициатором исследования.

## Сущность методики

Установление необходимых и достаточных признаков исследуемых объектов – изъятых с места взрыва фрагментов предметов, изделий, устройств и их элементов с установлением комплекса конструктивных, технологических, материаловедческих и эксплуатационных признаков, а также предполагаемого целевого назначения, т.е. предназначенности для производства взрыва, наличия следовых количеств (микроколичеств) взрывчатого вещества или иного снаряжения или рабочего тела, способного к осуществлению взрыва.

Оценка соответствия установленных признаков совокупности признаков, присущих взрывным устройствам до их взрыва.

### Подзадачи

***1. Установление текущего состояния и потенциальной взрывоопасности исследуемых объектов; определение условий проведения допустимых манипуляций с объектами.***

Если на стадии предварительного исследования среди представленных предметов, разрушенных взрывом, выявлено наличие взрывоопасных объектов (несработавших средств инициирования, непрореагировавших взрывчатых веществ, фрагментов зарядов), то принимается комплекс мер, направленных на исключение возможности их взрывов и на обеспечение собственной безопасности и безопасности окружающих. Исследования временно прекращаются вплоть до устранения опасности.

Подозрение на содержание в представленных объектах патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения дальнейшего исследования, информирования инициатора исследования и ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке [12].

***2. Предварительное исследование (внешний осмотр) фрагментов предметов, изделий и их элементов. Установление комплекса конструктивных, технологических, материаловедческих и эксплуатационных признаков фрагментированного объекта, его предполагаемого целевого назначения (в том числе предназначенности к производству взрыва).***

Отнесение фрагментов предмета (изделия) к остаткам взорванного взрывного устройства (при последующем обнаружении на исследуемых объектах следовых количеств взрывчатых веществ). Попытка первоначальной дифференциации принадлежности остатков разрушенного предмета (изделия) к объектам того или иного класса:

фрагментам взрывного устройства промышленного изготовления военного назначения (боеприпас)<sup>1</sup>;

фрагментам взрывного устройства промышленного изготовления гражданского назначения;

фрагментам взрывного устройства самодельного изготовления<sup>2</sup>;

фрагментам пиротехнического средства военного или гражданского назначения, промышленного или самодельного изготовления;

фрагментам специального средства;

фрагментам учебного боеприпаса;

фрагментам средства инициирования;

фрагментам исполнительного механизма.

**3. Обнаружение на исследуемых объектах наличия следовых количеств (микроколичеств) взрывчатых веществ.**

Подзадача решается по методике исследования следовых количеств взрывчатых веществ (с. 288).

При неполной реакции взрывчатого превращения заряда взорванного взрывного устройства в числе объектов исследования могут находиться взрывчатые вещества в нативном виде. В таких случаях подзадача решается по методике исследования изъятых объектов на предмет принадлежности (непринадлежности) его к взрывчатым веществам (с. 248).

Отрицательный результат исследования – отсутствие на объектах следов взрывчатых веществ – не означает, что представленные фрагментированные предметы (изделия) не являются остатками взрывного устройства<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Взрывное устройство промышленного изготовления – устройство, конструкция которого соответствует конструкторско-технологической документации на его производство и сборку.

<sup>2</sup> Самодельное взрывное устройство – взрывное устройство, конструкция которого не соответствует конструкторско-технологической документации на производство или сборку любого из промышленно изготовленных взрывных устройств.

<sup>3</sup> Наличие на исследуемом объекте следов взрывчатых веществ также не всегда является следствием взрыва.

Отсутствие на остатках взорванного предмета (изделия) следовых количеств взрывчатого вещества может быть следствием как минимум трех причин:

- 1) случайное механическое уничтожение продуктов взрыва (например, при неквалифицированном изъятии вещественных доказательств);
- 2) химическое разложение нестойких продуктов реакции;
- 3) использование атипичного взрывного устройства, не имеющего заряда взрывчатого вещества<sup>1</sup>.

#### ***4. Выявление следов взрыва взрывного устройства на элементах вещной обстановки места происшествия.***

Интенсивное взрывное воздействие, как правило, оставляет большое количество следов на предметах и объектах вещной обстановки места происшествия. В этих следах отображаются бризантное, фугасное, осколочное, термическое и сейсмическое действия взрыва.

В ряде случаев даже при отсутствии среди исследуемых объектов остатков взорванного взрывного устройства (или при их крайне малом количестве) констатация факта взрыва и реконструкция события производятся экспертом-взрывотехником именно по следам взрывного воздействия<sup>2</sup>.

#### ***5. Выявление и расшифровка сохранившихся фрагментов маркировочных обозначений.***

Идентификация фрагментов взорванных взрывных устройств и (в ряде случаев) установление их принадлежности и назначения (особое значение реализация подзадачи имеет при исследовании остатков взорванных многокомпонентных взрывных устройств: выявление и расшифровка маркировок фрагментов микросхем, сим-карт, деталей таймеров, элементов питания и т.д.).

---

<sup>1</sup> Встречаются взрывные устройства, в которых для реализации эффекта взрыва используется не химический взрыв заряда взрывчатого вещества, а физический взрыв.

<sup>2</sup> Классический пример – следы контактного воздействия взрыва заряда бризантного взрывчатого вещества на деревянные объекты; внешний вид расщепленных взрывом древесных волокон уникален и существенно отличается от внешнего вида тех же волокон, подвергшихся какому-либо другому виду деформирующего воздействия. Весьма характерны и отпечатки зарядов бризантных взрывчатых веществ на металлических преградах, пробойны в них, а также внешний вид металлических осколков разрушенных преград.

## **6. Материаловедческие исследования.**

Дифференциация фрагментов взорванного взрывного устройства и объектов, сходных с ними по своей природе, процессуально оформленных в качестве вещественных доказательств, но не имеющих отношения к взрыву<sup>1</sup>.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Диагностическими признаками факта взрыва являются повреждения предметов вещной обстановки, конструктивные особенности взорванных взрывных устройств (целевое назначение, схема приведения в действие, сходство по внешнему виду, наличие характерных деталей, наличие камуфляжа и др.).

Установлению подлежат следующие признаки:

повреждения предметов вещной обстановки, характерные для действия взрыва;

наличие взрывчатого вещества или его следовых количеств (для атипичного взрывного устройства – иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва);

наличие остатков средства инициирования;

наличие остатков исполнительного механизма;

наличие остатков корпуса или оболочки, обеспечивающей при взрыве естественное или заданное дробление;

наличие готовых поражающих элементов;

наличие средств камуфлирования и доставки.

Необходимым признаком, позволяющим признать предмет (изделие) взрывным устройством, является наличие заряда взрывчатого вещества<sup>2</sup>; например, «пепельница» (или иной объект, закамуфлированный под предмет бытового назначения, предназначенный для контакта с открытым огнем или интенсивного теплового воздействия), изготовленная из инициирующего взрывчатого вещества; она не нуждается ни в корпусе, ни в исполнительном механизме, являясь при этом полноценным самодельным взрывным устройством.

---

<sup>1</sup> Например, дифференциация металлических предметов: сталь осколков осколочно-фугасного снаряда существенно отличается по составу и свойствам от конструкционных сталей, используемых для изготовления изделий гражданского назначения. Подобные различия свойственны также «военным» и «гражданским» полимерам, резинам, клеям, грунтовкам, красителям, герметикам.

<sup>2</sup> В атипичных взрывных устройствах само взрывчатое вещество отсутствует (например, во взрывном устройстве в виде герметично закрытой емкости с карбидом кальция и водой).

Один из достаточных признаков, определяющих принадлежность предмета к взрывному устройству, – наличие корпуса (оболочки) может отсутствовать (так, тротиловая шашка с детонатором – не что иное, как взрывное устройство). Корпус, как правило, увеличивает поражающее действие устройства, а также выполняет функции камуфляжа, обеспечивает транспортабельность взрывного устройства и/или сохранность заряда взрывчатого вещества и других конструктивных элементов взрывного устройства.

Наличие средства инициирования также не является обязательным достаточным признаком взрывного устройства (например, пакет со свинцовым суриком, алюминиевой пудрой и камнями не нуждается в средстве инициирования, но является самодельным взрывным устройством: камни при соударении друг с другом являются источниками инициирующего импульса).

Наличие исполнительного механизма в работоспособном взрывном устройстве также не является обязательным признаком (например, заглушенная с двух торцов металлическая труба, снаряженная порохом и помещенная в целях камуфляжа в дровяное полено; в таком исполнении взрыв наступает от прогрева взрывчатого вещества в топке печи, паровоза, костре и т.д.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Натурные криминалистические коллекции.

Бинокулярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой, источником косопadaющего света, искусственного освещения (максимальное увеличение – не менее 8<sup>x</sup>).

Лупа криминалистическая.

Микрометр (цена деления – 0,01 мм).

Мерительные скобы.

Резьбомеры.

Щупы.

Линейки (цена деления – 1 мм).

Линейки масштабные.

Штангенциркуль (цена деления – 0,1 мм).

Постоянный магнит.

Набор эндоскопов с гибкими и жесткими световодами.

Слесарный инструмент (ключи различных типов, пассатижи, отвертки, тиски слесарные).

Станок сверлильный (дрель) с изменяемой скоростью вращения патрона.

Набор взрывобезопасного инструмента.

Набор хирургического инструмента.

Мобильные контейнеры типа ЭТЦ (различных массогабаритных характеристик) для локализации всех поражающих факторов взрыва.

Стационарные взрывные камеры различных массогабаритных характеристик.

Рентгенотелевизионная установка.

Радиоэлектронная тестовая и измерительная аппаратура (осциллографы, генераторы частот, измерительные приборы, универсальные лабораторные источники питания).

Весы лабораторные.

Источники освещения различных оптических и угловых диапазонов.

Криминалистический атлас цветов.

Защитные приспособления (спецодежда, маска, перчатки и др.).

Мобильный комплект эксперта-взрывотехника.

Взрывные камеры.

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Оснащение полигонных экспериментов<sup>1</sup>:

полигонная площадка;

передвижная взрывотехническая лаборатория;

средства взрывания и заряды взрывчатого вещества;

шанцевый инструмент;

крепежный материал (липкая лента, изоляционная лента, пластилин, шпагат, проволока и др.);

подрывная машинка; аккумулятор;

бинокль;

набор сит для просеивания грунта;

преграды для мишенной обстановки (доски, фанера, картон, металл);

---

<sup>1</sup> Для случаев, когда взрывные камеры не могут быть использованы для экспериментальных работ (в частности, из-за превышения допустимой для камеры массы заряда макета реконструированного взрывного устройства) и когда эксперт-взрывотехник проводит эксперимент на полигоне.

проводная линия (саперный провод);  
сумка сапера-подрывника;  
громкоговоритель (мегафон);  
средства связи (портативные радиостанции);  
средства ограждения местности;  
аптечка первой медицинской помощи;  
тара (контейнеры, пакеты, емкости, ящики, коробки и др.).

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и материалами дела. Изучение сопроводительных документов (постановления о назначении экспертизы, показаний свидетелей, объяснений специалистов, акта обезвреживания и других документов, отражающих состояние предмета (изделия) на момент обнаружения и первоначальные манипуляции с ним)<sup>1</sup>.

2. Осмотр и фотографическая фиксация упаковки объектов исследования (целостность и состояние; наличие оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей). Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (определении, отношении) о назначении экспертизы (исследования)<sup>2</sup>.

3. Предварительное исследование объектов на предмет безопасности обращения с ними в процессе выполнения экспертизы.

При возникновении сомнений в безопасности исследования либо отсутствии условий и средств для этого эксперт вправе отказаться от проведения исследования, указав причины принятого решения в обязательном письменном уведомлении инициатора исследования (следователя или дознавателя), а также в мотивированном рапорте на имя начальника экспертно-криминалистического подразделения. На этапе принятия решения о возможности проведения полнообъемного цикла исследований к представленному объекту должны быть применены

---

<sup>1</sup> При необходимости отсутствующие документы и иные дополнительные материалы, содержащие информацию о представленном объекте, могут быть запрошены экспертом до начала исследования.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

неразрушающие методы исследования (интроскопия, взвешивание и пр.)<sup>1</sup>. При этом следует обращаться с объектами как с потенциально взрывоопасными, обеспечивая соответствующие условия их хранения и транспортировки.

На этом этапе исследования устанавливается следующее:

наличие у представленных фрагментов объекта внешнего сходства (совпадения по форме, размерам, конструкции, маркировке) с деталями взрывных устройств промышленного изготовления<sup>2</sup>, сведения о которых имеются в доступных источниках информации, а также известны эксперту из личной практики;

наличие на разрушенных объектах остатков маркировки, окраски, указывающей на их принадлежность.

4. Если выявлено внешнее сходство фрагментов представленного разрушенного взрывом объекта с фрагментами самодельных взрывных устройств, то анализируются компоновка и комплектность объектов исследования:

1) наличие остатков средства инициирования и его тип;

2) тип взорванного взрывчатого вещества;

3) наличие остатков исполнительного механизма:

механического типа (растяжка, чека, часовой механизм и пр.);

электромеханического типа (нажимной замыкатель, скользящий петлевой контакт, наклонный датчик цели, самодельный вибратор, датчик смещения, пружинный контакт в сочетании с электронной схемой и источником электропитания и пр.);

---

<sup>1</sup> В процессе раскрытия и расследования преступлений важную составляющую представляет оперативно-розыскная работа, направленная на установление и задержание лица – изготовителя взрывного устройства и/или лица, его применившего (или пытавшегося применить). Поэтому на начальном этапе исследования эксперт-взрывотехник должен выявить максимальное количество криминалистически значимых признаков объекта, позволяющих выстроить версии, касающиеся конструкции взрывного устройства, процесса его возможного изготовления и поступления в незаконный оборот.

Если на исследование поступили фрагменты взрывного устройства, в конструкцию которого входят элементы, обладающие хорошей следовоспринимающей способностью (клеякие ленты, эпоксидная смола, пластилин и др.), то эксперт-взрывотехник должен уведомить инициатора исследований о необходимости проведения первоочередного дактилоскопического исследования, а также исследования микроволокон и объектов биологического происхождения (в случае их обнаружения).

<sup>2</sup> Как показывает практика, основную массу взрывных устройств промышленного изготовления составляют боеприпасы; поэтому наибольшее внимание должно быть уделено именно их криминалистически значимым признакам.

электрического (электронного) типа (коммутированная электро-схема, электронный часовой механизм, приемно-передающее устройство (в том числе пейджер, мобильный телефон, средства охранной сигнализации и их комплектующие, работающие индикаторы различных типов, системы управления моделями-игрушками), автономные источники электропитания, антенны, тумблеры, выключатели, постоянные магниты и пр.);

рассчитанного на нагрев объекта, не соответствующего внешним температурным условиям;

основанного на замедлении, осуществляемом за счет протекания химических реакций;

4) наличие (отсутствие) корпуса, маскирующей оболочки; их материал, форма, предельные размеры (по результатам реконструкции), маркировка;

5) наличие остатков взрывных устройств промышленного изготовления<sup>1</sup>;

6) наличие признаков организации дробления оболочки; наличие готовых (полуготовых) поражающих элементов, прочих средств усиления поражающего действия (остатков емкостей с горючими жидкостями, газами, порошками; фитилей, проводов, снаряжательных и запальных отверстий).

5. Фотографирование объектов в соответствии с правилами криминалистической масштабной фотосъемки с учетом специфики объектов.

6. Выявление комплекса признаков, дающих основание для отнесения взорванного взрывного устройства по способу изготовления к промышленным или самодельным.

Способ изготовления объекта устанавливается визуальным исследованием его фрагментов и сопоставлением их с деталями (узлами) взрывных устройств промышленного изготовления по форме, размерам, конструкции и при необходимости – с образцами самодельных взрывных устройств. Объектами сравнения могут быть образцы взрывных устройств и их макеты, а также их изображения и описания в доступных эксперту источниках информации (справочно-методической и учебной литературе, видеофильмах, информационно-поисковых системах, базах данных, конструкторской документации и пр.).

---

<sup>1</sup> При их наличии проводится предварительное исследование в соответствующем порядке.

Фрагменты разрушенного взрывом объекта промышленного изготовления с наличием признаков изменения конструкции, произведенного самодельным способом (изменение формы, выполнение не предусмотренных первоначальной конструкцией технологических элементов (отверстий, пазов, лысок, резьб, ослабленных сечений и пр.), переснаряжение, оснащение дополнительными приспособлениями, не предусмотренными конструкцией (крепежными элементами, средствами взрыва, соединительными проводами, маскирующими средствами), и др.), следует относить к фрагментам самодельного взрывного устройства, выполненного с использованием предметов, изготовленных промышленным способом. При этом устанавливаются технологические процессы, оборудование и приемы, примененные при доработке объекта промышленного изготовления; по возможности устанавливается и квалификация изготовителя.

7. Для объектов – остатков взрывных устройств, изготовленных промышленным способом, проводится следующий комплекс исследований:

устанавливается фактическое содержание сохранившихся фрагментов маркировочных обозначений; уточняется их значение;

устанавливается групповая (видовая) принадлежность фрагментов взорванного взрывного устройства промышленного изготовления, его модель, марка, принцип действия, назначение (военное либо гражданское), область и порядок применения (род войск; оружие, для которого предназначался взорванный боеприпас; номенклатура поражаемых целей; принцип действия и поражающие факторы, предусмотренные конструкцией и назначением; задачи, решаемые объектом гражданского назначения, и пр.)<sup>1</sup>.

8. Для объектов – остатков взорванных устройств самодельного изготовления проводится его реконструкция, состоящая из следующих действий:

установление конструкции взорванного самодельного взрывного устройства;

---

<sup>1</sup> Когда для расследования уголовного дела существенное значение имеют тактико-технические характеристики (ТТХ) исследуемого объекта, они устанавливаются и приводятся в заключении эксперта. Это ограничение обусловлено тем, что ТТХ, как правило, имеют закрытый характер и для их описания в заключении эксперта требуется процедура засекречивания документа и последующего слушания дела в закрытом режиме.

установление первоначального целевого назначения составных частей и конструктивных элементов самодельного взрывного устройства, а также источника их изготовления (приобретения);

установление промышленного аналога представленного самодельного взрывного устройства;

установление предполагаемого порядка (способа) применения самодельного взрывного устройства.

При необходимости проводится расчетная либо экспериментальная оценка поражающего действия самодельного взрывного устройства.

#### 9. Демонтаж остатков взорванных взрывных устройств<sup>1</sup>.

Демонтаж несработавших («отказных») средств инициирования категорически запрещен. Способом установления работоспособности средств инициирования является их экспериментальный подрыв (при условии минимального механического воздействия – встряхивание, незначительные удары и пр.).

10. Экспериментальный подрыв реконструированного взрывного устройства в следующих целях:

установление режима и логики срабатывания объекта, фрагменты которого представлены на исследование;

установление уровня поражающего действия взорванного объекта и поражающих факторов его взрыва;

установление вероятного способа применения объекта.

Экспериментальный подрыв может производиться в лабораторных либо в полигонных условиях. При необходимости установления уровня поражающего действия взрыва эксперимент проводится в мишенной обстановке. Параметры преград мишенной обстановки, уровни заглупления объекта в грунт, способ и порядок инициирования и иные необходимые исходные условия выбираются экспертом на основании оценки предполагаемого действия взрыва и комплекса его поражающих факторов.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод о принадлежности фрагментов изъятого предмета (изделия) к взрывным устройствам форму-

---

<sup>1</sup> Изменение внешнего вида объекта исследования требует согласования с инициатором задания.

лируется в том случае, когда в результате проведенного исследования установлено наличие материальных следов отображения действия взрыва на фрагментах взрывного устройства и на объектах вещной обстановки места происшествия.

*Пример.* Представленные на экспертизу объекты являются фрагментами (осколками) промышленно изготовленного взрывного устройства военного назначения (боеприпаса), а именно фрагментами взорванного осколочного снаряда калибра 45 мм («жезлообразной гранаты»), снаряженного взрывчатым веществом бризантного действия – тротилом. Масса взрывчатого вещества снаряда («гранаты») до взрыва составляла 118 г.

Категорический отрицательный вывод о непринадлежности фрагментов изъятого предмета (изделия) к взрывным устройствам формулируется в том случае, когда в результате проведенного исследования установлено отсутствие на фрагментах изъятого предмета и на объектах вещной обстановки места происшествия материальных следов отображения действия взрыва, взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва.

*Пример.* Взрыв не является следствием срабатывания взрывного устройства, о чем свидетельствуют отсутствие на представленных объектах следовых количеств взрывчатых веществ или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва, а также отсутствие следов воздействия взрыва взрывного устройства, снаряженного зарядом конденсированного взрывчатого вещества или иного снаряжения, способного к осуществлению взрыва.

Предположительной (вероятный) вывод формулируется в случаях, когда результаты исследования по ряду причин не могут быть истолкованы однозначно и не дают оснований для категорического вывода или вывода о невозможности решения вопроса.

*Пример.* Представленные на экспертизу объекты являются фрагментами взорванного самодельного взрывного устройства, состоявшего из заряда тротила массой приблизительно 400 г, снабженного готовыми поражающими элементами – болтами длиной 40 мм с резьбой М8. В качестве исполнительного механизма был использован электромеханический будильник «Слава». Элементами питания боевой цепи являлись батареи «Energizer» АА. В качестве средства инициирования, вероятно, использовался электродетонатор. Установить тип, марку электродетонатора, способ его изготовления не представилось возможным в связи с недостаточной информативностью объектов исследования. По конструкции и принципу действия взорванное взрывное устройство являлось объектной миной.

Вывод о невозможности решения вопроса делается в следующих случаях:

эксперт не располагает информацией об объекте в объеме, достаточном для категорического положительного или отрицательного вывода;

квалификация эксперта недостаточна для исследования объекта в полном объеме;

материально-техническая база не позволяет провести полномасштабные экспертные эксперименты.

*Пример.* На месте происшествия зафиксированы последствия взрыва взрывного устройства: наличие воронки в грунте и разрушения окружающих объектов. Однако сделать вывод о конструкции, заряде и принципе действия взрывного устройства не представляется возможным в связи с отсутствием среди фрагментов, представленных на исследование, информативных объектов.

### Литература

1. Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Стецкевич А.Д. Место взрыва как объект криминалистического исследования. – М.: ЭКЦ МВД России, 1995.

2. Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А. Взрывные устройства промышленного изготовления и их криминалистическое исследование. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

3. Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А. Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

4. Караваев М.В., Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Семенов А.Ю., Наумов А.Б. Самодельные взрывные устройства типа «мина-ловушка» // Экспертная практика. – № 61. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006.

5. Караваев М.В., Семенов А.Ю., Стецкевич А.Д., Наумов А.Б. Особенности организации и проведения экспериментального исследования при производстве взрывотехнической экспертизы // Экспертная практика. – № 64. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

6. Комиссаров В.П. Маркировка реактивных боеприпасов ближнего боя одноразового применения // Экспертная практика. – № 61. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006.

7. Кубышкин И.Г. Опыт работы со взрывоопасными предметами на примере инженерных боеприпасов и их элементов // Экспертная практика. – № 41. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

8. Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Соловьев М.Ю., Семенов А.Ю. Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ // Экспертная практика. – № 66. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

9. Мартынов В.В., Стецкевич А.Д., Прозоров А.А., Комиссаров В.П., Семенов А.Ю. Основы криминалистического исследования пиротехнических средств промышленного изготовления. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

10. Основы инженерно-технических экспертиз / Под ред. Ю.М. Дильдина. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

11. Приказ МВД России от 10 февраля 2006 г. № 70 «Об организации использования экспертно-криминалистических учетов органов внутренних дел Российской Федерации».

12. Приказ ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России, Минздравсоцразвития России от 24 октября 2005 г. № 633/ДСП/451/ДСП/866/ДСП/763/ДСП/649/ДСП «Об утверждении Положения о взаимодействии ФСБ России, Минобороны России, МВД России, МЧС России и Минздравсоцразвития России при угрозе применения патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ в террористических целях».

13. Словарь основных терминов взрывотехнической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 1998.

14. Стецкевич А.Д., Караваев М.В. Взрыватели инженерных боеприпасов и их детали // Экспертная практика. – № 58. – М.: ЭКЦ МВД России, 2005.

15. Стецкевич А.Д., Лимонов В.Н., Наумов А.Б. Особенности экспертного исследования инженерных боеприпасов с готовыми и полуготовыми поражающими элементами // Экспертная практика. – № 48. – М.: ЭКЦ МВД России, 2000.

16. Стецкевич А.Д. Маркировочные обозначения боеприпасов ствольной артиллерии // Экспертная практика. – № 49. – М.: ЭКЦ МВД России, 2000.

17. Стецкевич А.Д. Маркировочные обозначения ручных гранат и запалов к ним // Экспертная практика. – № 55. – М.: ЭКЦ МВД России, 2004.

18. Стецкевич А.Д., Мартынов В.В., Гусев С.Е. Конструкции аэрозолеобразующих спецсредств и особенности их экспертного исследования // Экспертная практика. – № 54. – М.: ЭКЦ МВД России, 2003.

19. *Стецкевич А.Д., Резниченко С.Н., Мартынов В.В., Гусев С.Е., Головенкин В.В., Караваев М.В.* Неуправляемые авиационные ракеты – объект взрывотехнической экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 2005.
20. *Стецкевич А.Д., Семенов А.Ю., Мартынов В.В.* Мобильный комплект специнструмента эксперта-взрывотехника // Экспертная практика. – № 47. – М.: ЭКЦ МВД России, 1999.
21. *Стецкевич А.Д.* Средства инициирования и их маркировка // Экспертная практика. – № 70. – М.: ЭКЦ МВД России, 2011.
22. *Стецкевич А.Д., Федорова С.Ю.* Маркировочные обозначения боеприпасов военно-морского флота // Экспертная практика. – № 67. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.
23. *Тузков Ю.Б., Макаров С.Я., Семенов А.Ю.* Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.

# ГЕММОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДРАГОЦЕННЫХ, ПОДЕЛОЧНЫХ КАМНЕЙ, ИХ ИМИТАЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ

*Н.Л. Кочетова, Л.Б. Карабашева,  
П.В. Карташов, Л.А. Малышева, К.С. Ожегов*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Изучение объектов минералогического происхождения в целях установления фактических данных на основе специальных знаний и исследований, относящихся к предмету доказывания по уголовным и административным делам, связанным с драгоценными камнями:

установление названия камня; отнесение его к группе драгоценных;

определение массы, стоимости, пригодности к использованию в ювелирных изделиях;

определение источника происхождения (месторождения) камня.

### Объекты исследования

Природные ограненные и неограненные драгоценные камни, их синтетические аналоги и искусственные имитации; природные камни, не относящиеся к группе драгоценных; горные породы; изделия из камней.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Какое название имеет камень, представленный на экспертизу?

Является ли представленный на экспертизу камень драгоценным?

Какова масса представленного на экспертизу камня?

Какова стоимость представленного на экспертизу камня?

Каков источник происхождения (месторождение) камня, представленного на экспертизу?

Пригоден ли представленный камень для использования в качестве вставки в ювелирное изделие?

### **Сущность методики**

Выявление комплекса признаков, необходимых и достаточных для проведения диагностики камня и отнесения его к группе драгоценных, для определения пригодности камня к использованию в ювелирных изделиях, а также источника его происхождения (месторождения).

Расчет стоимости и определение массы камня в соответствии с нормативной документацией.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Исследование ценностей (вставок и сырья драгоценных камней, ювелирных изделий и т.д.) предполагает использование методов, не разрушающих и не видоизменяющих объект, поэтому при производстве экспертизы изучаются морфологические признаки и физические свойства камней – цвет, блеск, спайность, сингония, оптический характер, показатель преломления, удельный вес, внутреннее строение, а также некоторые другие признаки и свойства, не требующие нарушения целостности объектов.

### **Оборудование и материалы**

Лампа геммологическая на подставке (холодный дневной свет).

Рефрактометр геммологический.

Жидкость иммерсионная для рефрактометра.

Полярископ.

Осветитель универсальный для рефрактометра и полярископа.

Дихроскоп.

Детектор драгоценных камней.

Детектор муассанитов.

Лампа УФ YVP, KW 254/366 нм.

Кабинет для УФ-лампы.

Измеритель «Laveridge» механический, электронный.

Геммологический компьютер для определения плотности и массы камней.

Лупа измерительная (миллиметры, караты) с увеличением 10<sup>x</sup>.

Таблицы зависимости массы камней от их размера.

Карандаши твердости (по шкале Мооса).

Весы электронные (граммы/караты), обеспечивающие точность взвешивания 0,01 г/0,01 кар.

Оборудование для гидростатического взвешивания.

Набор иммерсионных жидкостей для определения показателя преломления.

Набор тяжелых жидкостей для определения плотности камней.

Бумага для сортировки драгоценных камней (планшет, лодочки).

Пинцеты геммологические тонкие, средние, толстые.

Лупа с увеличением 6<sup>×</sup>, 10<sup>×</sup>, 18<sup>×</sup>, 20<sup>×</sup>.

Совочки геммологические (набор).

Салфетка для камней (не оставляющая ворса).

Упаковка для камней (пакеты) различного размера.

Спирт.

Ультразвуковая ванночка для промывки изделий.

Микроскопы геммологические (вертикальный и горизонтальный иммерсионный с принадлежностями).

Комплект справочной литературы по диагностике и классификации драгоценных камней.

Коллекции камней (природных, синтетических, искусственных; сравнительные коллекции с месторождений; рабочие коллекции для классификации по цвету и чистоте).

Средства фиксации исследуемых объектов и иллюстрации экспертных выводов (фотоаппаратура и фотоматериалы, устройства цифровой записи, компьютерная техника, сканеры, принтеры, программное обеспечение).

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы. Проверка полноты представленных материалов. Установление необходимости запроса дополнительных материалов.

2. Осмотр и описание упаковки представленных объектов: сохранность, наличие пояснительных надписей, штампов, печатей. При необходимости – фотографирование упаковки.

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия (несоответствия) представленных объектов перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> В случаях, когда нарушена целостность упаковки, упаковка не обеспечивает сохранность объектов, в сопроводительных документах не отражено количество объектов, представленные на исследование объекты не соответствуют указанным в сопроводительных документах, составляется акт, в котором описываются внешний вид упаковки и количество (масса) объектов, поступивших на исследование.

Поступившие на экспертизу камни учитываются по количеству, но в некоторых случаях (например, если среди объектов исследования имеются многочисленные мелкие обломки сырья и вмещающих пород) целесообразно учитывать необработанные камни только по массе, без учета количества. При описании ювелирных (бытовых) изделий указывается количество вставок в каждом из них. Объекты осматриваются и пересчитываются на белой бумаге (планшете) при дневном свете (или при освещении лампами дневного света) с помощью пинцета и лупы. Подсчет камней проводится не менее двух раз.

4. Изучение объектов невооруженным глазом и с помощью лупы с увеличением  $10^{\times}$  на специальной белой бумаге (планшете) и на просвет при освещении настольной геммологической лампой дневного света, лампой накаливания. Ограненные камни берут специальным геммологическим пинцетом (в противном случае на поверхности камней остаются загрязнения, затрудняющие дальнейшее исследование). Если образцы загрязнены, их промывают в спирте и протирают салфеткой, не оставляющей ворса (для ювелирных изделий допускается промывка в ультразвуковой ванночке).

Для всех камней определяют следующие показатели:

качество и степень обработки (или ее отсутствие) камня определяют визуально и с помощью лупы с увеличением  $10^{\times}$ ; для ограненных камней оценивают характер рундиста (полированный, матовый, фацетированный), качество полировки граней, четкость ребер, симметричность расположения элементов огранки; неограненные камни могут быть представлены монокристаллами (обломками кристаллов), кристаллическими агрегатами и аморфными образованиями (следует учитывать, что сырье драгоценных камней должно соответствовать нормативной документации, поэтому обычно подвергается предварительной обработке – препарированию кристаллов из вмещающих пород, распиливанию, раскалыванию);

цвет определяют визуально при естественном освещении в помещении, через окна которого не падает прямой солнечный свет или при освещении лампами дневного света мощностью 30–40 Вт (источник света должен находиться на расстоянии 30 см от камня) на специальной белой бумаге (планшете) и на просвет; при описании цвета используют простые определения (например, светлый красный (светло-красный), серо-зеленый и т.д.), избегая сравнительных выражений (изумрудно-зеленый, васильково-синий и т.п.);

особенности окраски – эффект «кошачьего глаза», астеризм, иризацию, опалесценцию – выявляют визуально при дневном свете (освещении лампами дневного света); александритовый (александритоподобный) эффект – при освещении лампой накаливания;

блеск определяют визуально при дневном свете (освещении лампами дневного света); блеск может быть металлическим, алмазным, стеклянным, жирным, восковым, перламутровым, шелковистым и матовым;

прозрачность определяют, просматривая камни на просвет; по прозрачности выделяют прозрачные, полупрозрачные, просвечивающие и непрозрачные камни.

Для необработанных камней (а также камней со значительными и многочисленными сколами) определяют следующее:

спайность<sup>1</sup> (способность раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям) определяют визуально при дневном свете (освещении лампами дневного света); различают весьма совершенную, совершенную, среднюю, несовершенную и весьма несовершенную спайность;

излом (неровная поверхность, не связанная с кристаллографическими направлениями) оценивают визуально при дневном свете (освещении лампами дневного света); излом может быть ступенчатым, зернистым, раковистым и занозистым.

Для описания общего облика неограненных камней, представленных кристаллами, используют термины «габитус» и «сингония».

Габитус – характерная внешняя форма кристалла; различают призматический, игольчатый, таблитчатый, пластинчатый и другие габитусы. Определяют габитус визуально при дневном свете (освещении лампами дневного света).

Сингония – кристаллографическая система, характеризующаяся определенным набором элементов симметрии (центром, плоскостями, осями). Визуально при дневном свете (освещении лампами дневного света) определяют сингонию:

кубическая – кристалл имеет три кристаллические оси одинаковой длины, расположенные под прямым углом друг к другу; идеальной

---

<sup>1</sup> Спайность не следует путать с отдельностью – способностью минерала раскалываться по ослабленным направлениям (плоскостям двойникования, деформаций и пр.).

формой кристалла кубической сингонии являются куб, октаэдр, ромбододекаэдр;

гексагональная – кристаллы имеют четыре оси; вертикальная, или главная кристаллическая ось может быть длиннее или короче вторичной; если главная ось длиннее, то габитус кристалла – призматический; если короче, то габитус кристалла – таблитчатый; три вторичные оси имеют одинаковую длину, находятся в одной плоскости и пересекаются под углом  $60^\circ$ ; главная кристаллическая ось перпендикулярна вторичным осям; вторичные оси могут проходить через противоположные ребра или грани; идеальная форма кристалла гексагональной сингонии – шестигранная призма; в природе чаще встречаются кристаллы комбинированной формы;

тетрагональная – кристаллы имеют три кристаллические оси, расположенные под прямым углом друг к другу, причем две оси имеют одинаковую длину, а длина третьей отличается от них; неравная (третья) ось является вертикальной и называется главной кристаллической осью; равные оси называются горизонтальными, или вторичными кристаллическими осями;

тригональная – кристаллы имеют такие же оси, как и кристаллы гексагональной, но менее совершенную симметрию;

моноклиная – кристаллы имеют три оси разной длины, две из которых расположены под острым или тупым углом, а третья перпендикулярна им;

ромбическая – кристаллы имеют три оси разной длины, расположенные под прямым углом друг к другу; главная кристаллическая ось располагается вертикально; вторичные оси расположены в плоскости, перпендикулярной к главной оси;

триклинная – кристаллы имеют три оси разной длины, наклоненные относительно друг друга; одна из осей располагается вертикально и является главной.

##### 5. Исследование физических свойств.

*Характер распространения света* (оптический характер) – особенности распространения световых лучей в исследуемом камне – изучают с помощью поляризационных фильтров поляризационного микроскопа или полярископа.

При исследовании с помощью полярископа на его столик (нижний фильтр) помещают образец и, поворачивая на  $360^\circ$ , наблюдают за ним через верхний фильтр. Оптически изотропный образец остается все

время темным (в некоторых изотропных камнях из-за наличия включений, пластических деформаций, неравномерного распределения примесей и ряда других причин наблюдается аномальная анизотропия, которая выражается в локальных светлых узорах на темном камне; аморфные вещества часто характеризуются аномальной анизотропией, выражающейся в рисунке в виде сходящихся балок черного цвета на светлом фоне). Если камень при повороте на  $360^\circ$  попеременно виден то светлым, то темным, он является анизотропным. При проведении этого теста важно исследовать камень на столике полярископа не менее чем в двух положениях: площадкой вниз, затем положив на одну из граней павильона. Этим исключается возможность принять камень, обладающий двупреломлением, за изотропный, если его оптическая ось расположена перпендикулярно площадке. В скрытокристаллических агрегатах мельчайшие кристаллики (менее  $10^{-6}$  мм) ориентированы беспорядочно и поэтому при повороте на  $360^\circ$  такой образец все время будет светлым. Такой же эффект возникает, когда образец состоит из серии тонких пластин, образованных повторяющимся двойникованием (пластинчатые двойники).

При исследовании с помощью поляризационного микроскопа образец помещают между скрещенными фильтрами и поворачивают на  $360^\circ$ . Наблюдаемый при этом эффект аналогичен описанному (при исследовании с помощью полярископа).

*Плеохроизм* (различную окраску анизотропных минералов по двум или трем направлениям) наблюдают, а также определяют, является ли исследуемый камень анизотропным (т.е. обладает ли он двупреломлением), с помощью дихроскопа: исследуемый образец размещают так, чтобы белый свет проходил через него и попадал в отверстие дихроскопа. Если в дихроскопе наблюдаются одновременно два цвета – камень двупреломляющий (анизотропный); если наблюдается только один цвет, – камень изотропный. Чтобы увидеть третий цвет в трихроичном камне, его нужно повернуть (объект просматривают в разных положениях, так как при просмотре в направлении, совпадающем с направлением оптической оси камня, всегда виден только один цвет).

Показатель преломления ( $N$ ) – отражает меру способности минерала изменять направление световых лучей. Величину показателя преломления и величину двупреломления определяют с помощью рефрактометра: с помощью пинцета помещают исследуемый камень гладкой поверхностью вниз на рабочую поверхность рефрактометра (призму),

предварительно нанеся на нее каплю иммерсионной жидкости<sup>1</sup>, которая создает оптический контакт между рабочей поверхностью рефрактометра и камнем (величина капли нанесенной жидкости должна соответствовать величине исследуемого объекта). Призма рефрактометра сделана из относительно мягкого материала, поэтому следует соблюдать осторожность, чтобы не поцарапать контактную поверхность. Для получения лучшего результата необходимо поместить камень в центр призмы. Крышку рефрактометра закрывают и наблюдают через окуляр за краем тени, отделяющим светлую область от темной.

Если показатель преломления камня находится в пределах шкалы рефрактометра (1,40–1,80) и не превышает показатель преломления иммерсионной жидкости, наблюдается эффект разделения шкалы рефрактометра на светлую и темную области. Если шкала остается темной и виден только край тени, соответствующий показателю преломления иммерсионной жидкости, возможно, что значение показателя преломления камня лежит за пределами шкалы рефрактометра. Резкость края тени (границы) зависит от размера и качества поверхности плоскости, находящейся в контакте с призмой, поэтому мелкий или поцарапанный камень дает более расплывчатый край тени, чем крупный и неповрежденный. В случае, когда камень слишком мал или качество обработки его поверхности слишком низкое, может наблюдаться только значение показателя преломления иммерсионной жидкости. Если видны одна или две границы, крышку рефрактометра поднимают и пинцетом поворачивают камень на 90°, удерживая его в центре призмы. Если виден только один край тени и он остается в той же точке шкалы при вращении камня, то этот камень является однопреломляющим (изотропным). Измерения проводят в 4-кратной повторности, каждый раз поворачивая камень на 90°.

У камней, обладающих двупреломлением, видны сразу два края тени (две границы) или один край разделяется на два (при этом один или оба края тени в ходе вращения камня будут сдвигаться). В этом случае его поворачивают на призме до тех пор, пока граница, соответствующая более низкому показателю преломления, не окажется в положении наименьшего показателя преломления, и записывают полученный результат. Затем вновь вращают камень до тех пор, пока

---

<sup>1</sup> Применяются специализированные иммерсионные жидкости с высокими показателями преломления.

граница, соответствующая более высокому значению показателя преломления, не окажется на максимальном его значении, и также записывают результат. Величину двупреломления камня получают вычитанием меньшего показателя преломления из большего.

У некоторых камней больший показатель преломления находится за пределами шкалы рефрактометра. Это может вызвать путаницу, так как, если виден один край тени, то можно сделать вывод, что камень однопреломляющий (в этих случаях необходимо получить доказательство того, что камень обладает двупреломлением, с помощью полярископа или дихроскопа).

Если камни огранены мелкими гранями или не имеют гладких плоских поверхностей (кабошоны), используют «дистанционный метод»<sup>1</sup>: создают контакт круглой поверхности кабошона и призмы рефрактометра с помощью наименьшей капли иммерсионной жидкости; затем смотрят на шкалу рефрактометра, располагая глаз на одной прямой с окуляром, на расстоянии 25–30 см от него. Правильно выбрав положение, можно увидеть маленькое пятно, наложенное на видимый участок шкалы. Это пятно – капля жидкости, соединяющей поверхность кабошона с призмой. Если медленно перемещать взгляд вверх-вниз, пятно из темного будет становиться светлым. Когда пятно темное, отсчет соответствует более низкому значению показателя преломления, чем имеет камень; когда пятно светлое, он выше, чем у камня. Линия, четко разделяющая пятно на светлую и темную части, указывает на значение показателя преломления.

Приблизительно определить показатель преломления можно с помощью иммерсионных жидкостей с известными показателями<sup>2</sup>: образец погружают в кюветы с различными иммерсионными жидкостями; при погружении в жидкость с показателем преломления, близким по значению к показателю преломления камня, очертания объекта «размываются», и чем ближе эти значения, тем более «размытыми» будут очертания камня.

Когда измерить показатель преломления и величину двупреломления невозможно (у образца отсутствуют достаточно гладкие поверхности; его размеры малы, не позволяет конструкция ювелирного из-

---

<sup>1</sup> Значения показателя преломления, полученные методом дистанционного наблюдения, не всегда точны; наличие и величина двупреломления не определяются.

<sup>2</sup> Погружение в иммерсионные жидкости не применяется для камней с пористой поверхностью, а также для ювелирных изделий.

деля и т.д.), оценить эти параметры можно косвенно. У анизотропных камней с большой величиной двупреломления при просмотре через камень (невооруженным глазом или с помощью лупы, микроскопа) наблюдается двоение граней и ребер. На величину показателя преломления указывает блеск камней: стеклянному блеску соответствует показатель преломления 1,3–1,9; алмазному – 1,9–2,5; металлическому – более 2,5. Жирный, восковой, перламутровый, шелковистый и матовый блеск связан с характером поверхности и внутренним строением камней и не зависит от величины показателя преломления.

*Плотность*<sup>1</sup> определяется различными способами: гидростатическим взвешиванием, уравниванием в тяжелых жидкостях и расчетным методом.

Гидростатическое взвешивание основывается на том, что образец, помещенный в жидкость, подвергается воздействию выталкивающей силы, равной весу вытесненной жидкости. Для определения плотности камня его взвешивают в воздухе, а затем – в воде с помощью проволочного держателя (используют весы с одной или с двумя чашками).

Значение плотности рассчитывают по формуле:

$$\text{Плотность} = \frac{\text{Вес в воздухе} \times \text{Плотность жидкости}}{\text{Вес в воздухе} - \text{Вес в жидкости}}$$

Плотность жидкости (в нашем случае – воды) при температуре 4 °С равна 1,00 г/см<sup>3</sup>; с изменением температуры плотность воды меняется незначительно (например, при температуре 70 °С она составляет 0,9998 г/см<sup>3</sup>), поэтому при обычной диагностике этой разницей можно пренебречь.

При определении плотности уравниванием в тяжелых жидкостях исследуемый камень последовательно помещают в емкости с жидкостями известной плотности. Значение плотности камня находится между плотностью той жидкости, в которой камень тонет, и той, на поверхности которой он плавает. Метод менее точен, чем гидростатическое взвешивание.

Расчетным методом плотность определяют по формуле:

$$\text{Плотность} = \frac{\text{Реальная масса} \times 3,52}{\text{Вычисленная масса}}$$

Реальная масса камня в каратах определяется на электронных граммово-каратных весах с точностью до 0,01 кар.

<sup>1</sup> В некоторых литературных источниках используется понятие «удельный вес».

Вычисленная масса определяется по формулам (см. с. 335–336).

Для расчета плотности камней можно использовать специальный геммологический компьютер.

Теплопроводность (способность материала проводить тепло) измеряют с помощью тестеров (называемых также «детекторы бриллиантов»), представляющих собой прибор с нагревающимся элементом (щупом) и шкалой, разделенной на два поля – «SIMULANT» (имитация) и «DIAMOND» (алмаз). Встречаются модели тестеров с цифровыми дисплеями, световыми сигналами. Существуют тестеры, на шкалу которых нанесены значения теплопроводности стекол, фианитов, искусственных гранатов, корундов и др.; имеются тестеры с прилагающимися наборами имитаций бриллиантов.

Для определения теплопроводности исследуемый камень размещают плоской поверхностью вверх и прикасаются к ней нагретым щупом (о нагревании щупа свидетельствует свечение лампочки-индикатора), следя за отклонениями стрелки по шкале. Щуп прибора должен быть ориентирован строго перпендикулярно поверхности тестируемого образца. Этот способ диагностики имеет ряд ограничений (размер камня менее 3 мм, неровная и загрязненная поверхность), в связи с чем его нельзя считать достаточно надежным.

*Люминесценцию* в условиях геммологической лаборатории наблюдают, как правило, с помощью УФ-кабинета – светонепроницаемого ящика с УФ-осветителями (ртутными лампами): исследуемый материал помещают на черную подложку ящика и исследуют в длинноволновом (365 нм) и коротковолновом (254 нм) диапазонах.

*Электропроводность* (способность проводить электрический ток) определяется в тестерах, используемых для диагностики синтетических муассанитов. Электродом зажимают ювелирное изделие или рундист исследуемого камня, а наконечником тестера прикасаются к объекту. Если камень электропроводен, световой индикатор прибора меняет цвет на красный. Так же прибор реагирует на природные алмазы типа IIb, обладающие полупроводниковыми свойствами, и камни с большим количеством трещин и включений.

*Твердость* (способность минерала сопротивляться механическому воздействию) исследуется для необработанных камней (при условии, что их внешний вид не будет изменен). Для оценки твердости минерала обычно используют относительную шкалу Мооса, состоящую из 10 минералов, расположенных по мере возрастания твердости:

1 – тальк; 2 – гипс; 3 – кальцит; 4 – флюорит; 5 – апатит; 6 – ортоклаз; 7 – кварц; 8 – топаз; 9 – корунд; 10 – алмаз.

Для определения твердости камня его царапают эталонным карандашом твердости – специально заточенным минералом, вмонтированным в ручку с указанием на ней номера, соответствующего твердости по шкале Мооса.

6. Микроскопическое исследование. Исследование проводится с помощью геммологического микроскопа в проходящем и отраженном свете при увеличениях 10–80<sup>×</sup> (выявление признаков, указывающих на природное или искусственное происхождение камня, а также оценка особенностей внутреннего строения, позволяющих установить источник происхождения (месторождение) камня, а в ряде случаев и диагностировать их).

По фазовому состоянию включения делятся на твердые, жидкие и газообразные.

Твердые включения (минералы в виде хорошо образованных кристаллов или зернистых масс, встречающиеся, как правило, в природных камнях)<sup>1</sup> диагностируются по форме кристаллов, блеску и цвету. Твердофазные включения, часто встречающиеся в синтетических камнях, – это пластинки металлов, имеющие металлический блеск, характерную форму и остатки шихты (хлопьевидная масса, как правило, белого цвета).

Жидкие включения заполняют трещины и отрицательные кристаллы (полость, повторяющая кристаллическую форму минерала-хозяина) и могут встречаться как в природных, так и в синтетических камнях.

Газообразные включения в виде пузырей идеально круглой, каплевидной или удлинённой формы встречаются в синтетических, искусственных и в некоторых природных камнях.

Комбинированные включения встречаются и в природных, и в синтетических камнях и могут быть двух- или трехфазными. Двухфазные включения (в основном газовой-жидкие) располагаются по трещинам, имеющим веерообразную, дискообразную формы, что приводит к образованию своеобразных внутренних текстур в виде сеток, сот, кружев, «отпечатков пальцев», которые являются диагностическими

---

<sup>1</sup> Исключение составляют камни, выращиваемые гидротермальным методом.

признаками и позволяют определить природу камня. В трехфазных включениях помимо газа и жидкости присутствует твердая фаза, представленная кристалликами солей.

При микроскопическом исследовании выявляются важные диагностические признаки – структурные особенности камня:

характер распределения окраски – прямолинейная зональность в природных камнях;

изогнутые параллельные линии роста характерны для синтетических камней;

линии течения (свилы) характерны для синтетических камней, природных и искусственных стекол;

«блочность» характерна для синтетических изумрудов.

Наличие трещин не является доказательством природного происхождения камня – они могут появиться и в процессе обработки, и в процессе образования минерала.

При микроскопическом исследовании диагностируются так называемые составные камни – дублеты (состоящие из тонкой пластинки природного камня, наклеенной на павильон из более дешевого материала) и триплеты (между коронкой и павильоном из природных слабоокрашенных камней размещается пластинка более насыщенного цвета).

При изучении внутреннего строения камня используются литературные данные (фотоатласы включений) и коллекции природных, синтетических и искусственных камней [26].

7. Оценка изученных физических свойств и морфологических признаков<sup>1</sup>.

8. Раскладывание камней в отдельные пакеты по наименованиям с указанием на этикетках их названий и количества.

Название (наименование) камня содержит информацию о его происхождении: является ли он природным, синтетическим, искусственным (например, изумруд природный, корунд синтетический). К драгоценным камням относятся природные алмазы, рубины, изумруды, сапфиры и александриты, а также жемчуг в сыром и обработанном

---

<sup>1</sup> Если их недостаточно для категоричного вывода о названии камня и отнесения его к группе драгоценных, необходимо провести дополнительные исследования: определить химический состав и спектр неразрушающими методами (с помощью РФА, спектрофотометра, Романовского спектрометра, ИК-Фурье спектрометра, электронного микроскопа с микрозондовым анализатором) с привлечением соответствующих специалистов.

виде. К драгоценным камням приравниваются уникальные янтарные образования в порядке, установленном Правительством РФ [8].

Синтетические аналоги природных камней (синтетические алмазы, изумруды, рубины, сапфиры, александриты, культивированный жемчуг) к группе драгоценных камней не относятся.

Природные камни – природные минералы и/или горные породы, образованные без вмешательства человека (например, сапфир, изумруд и др.), а также подвергшиеся процессу «облагораживания» (например, специальная химическая, термическая обработка, облучение, заполнение трещин, искусственное окрашивание с помощью масла, парафина).

Синтетические камни – кристаллизованные (перекристаллизованные) в промышленных условиях продукты, обладающие кристаллической структурой, физическими и химическими свойствами их природных аналогов (например, синтетические рубины, шпинели, кварц и др.).

Искусственные камни – продукты промышленного производства, не имеющие природных аналогов (фианит, иттрий-алюминиевые и галлий-гадолиниевые гранаты и др.).

9. Определение массы камней в зависимости от их вида и наличия/отсутствия обработки; указание массы на этикетках.

Массу ограненных драгоценных камней (природные алмаз, рубин, сапфир, изумруд, александрит), а также природного жемчуга и природного алмазного сырья определяют в каратах с точностью до 0,01 кар. Массу ограненных камней, не относящихся к группе драгоценных, определяют в граммах с точностью до 0,01 г. Массу сырья драгоценных и недрагоценных камней определяют в граммах с точностью до 0,01 г.

Взвешивание камней, не закрепленных в оправу ювелирных изделий, производят на электронных граммово-каратных весах, обеспечивающих точность 0,01 г/0,01 кар. Если дискретность весов 0,000/0,0000, то при взвешивании округление в большую сторону производится только в случае, когда третий знак после запятой – 9; во всех остальных случаях третий знак после запятой не учитывается. Взвешивание проводится в 2-кратной повторности.

Массу вставок в ювелирных изделиях определяют расчетным методом (точность до 0,01 г/0,01 кар.): сначала определяют размеры камней с помощью лупы со шкалой (в мм), накладного каратометра либо прибора «Laveridge» (микрометра); затем определяют массу камней по специальным таблицам, прилагаемым к прибору, или вычисляют по следующим формулам.

**Расчет массы бриллиантов в изделиях**

Круглая бриллиантовая огранка:  $M = Dr^2 \cdot H \cdot K$ ,

где  $Dr$  – диаметр рундиста;

$H$  – высота;

$K$  – коэффициент, зависящий от толщины рундиста:

тонкий рундист –  $K = 0,0062$ – $0,0063$ ;

средний рундист –  $K = 0,0064$ – $0,0066$ ;

толстый рундист –  $K = 0,0067$ – $0,0068$ .

Овал, бриллиантовая:  $M = ((L + S) / 2)^2 \cdot H \cdot 0,0062$ ,

где  $L$  – длина камня;

$S$  – ширина;

$H$  – высота.

Сердце, бриллиантовая:  $M = L \cdot S \cdot H \cdot 0,0059$ .

Маркиз, бриллиантовая:  $M = L \cdot S \cdot H \cdot K$ ,

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения длины и ширины:

0,00565 (при соотношении  $L:S = 1,5:1$ );

0,00580 (при соотношении  $L:S = 2,0:1$ );

0,00585 (при соотношении  $L:S = 2,5:1$ );

0,00595 (при соотношении  $L:S = 3,0:1$ ).

Груша, бриллиантовая:  $M = L \cdot S \cdot H \cdot K$ ,

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения длины и ширины:

0,00615 (при соотношении  $L:S = 1,25:1$ );

0,00600 (при соотношении  $L:S = 1,50:1$ );

0,00590 (при соотношении  $L:S = 1,75:1$ );

0,00575 (при соотношении  $L:S = 2,00:1$ ).

Изумрудная:  $M = L \cdot S \cdot H \cdot K$ ,

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения длины и ширины:

0,0080 (при соотношении  $L:S = 1,0:1$ );

0,0092 (при соотношении  $L:S = 1,5:1$ );

0,0100 (при соотношении  $L:S = 2,0:1$ ).

**Расчет массы ограненных цветных камней в изделиях**

Круглая (фасетная) –  $M = Dr^2 \cdot H \cdot P \cdot 0,0018$ .

Овал (фасетная) –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,0020$ .

Изумрудная –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,00245$ .

Груша –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,00175$ .

Маркиз –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,0016$  (при соотношении  $L:S = 2:1$ ).

Багет –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,0026$ .

Квадрат –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,0023$ .

Кабошон –  $M = L \cdot S \cdot H \cdot P \cdot 0,0026$ .

Масса камня, вычисленная по формулам, выражается в каратах и при необходимости переводится в граммы.

Для расчета массы камня можно использовать специальный геммологический компьютер.

10. Оценка пригодности исследованных камней к использованию в ювелирных изделиях и возможности отнесения представленных образцов к уникальным в соответствии с действующим законодательством и нормативной документацией [2, 6, 7, 9, 14, 18].

11. Сравнение морфологических признаков и физических свойств камней, представленных на исследование, с образцами различных месторождений. Анализ литературных данных. Установление источника происхождения камней.

12. Рассмотрение вопроса о возможности расчета стоимости камней в соответствии с нормативной документацией, утвержденной Министерством финансов Российской Федерации:

классификация камней (определение размерно-весовых групп, качественно-цветовых характеристик, параметров огранки (для ограненных камней), количества и массы [2, 12–18];

расчет стоимости камней по действующим прейскурантам.

13. Окончательный пересчет всех исследованных объектов, разложенных по конвертам и снабженных этикетками, на которых указаны название камней, их количество и масса.

14. Упаковка пакетов с камнями, исключающая утрату объектов; опечатывание упаковки; снабжение пояснительными текстами. В некоторых случаях – раздельная упаковка и опечатывание драгоценных камней и камней, не относящихся к группе драгоценных.

### **Формулирование выводов эксперта**

На завершающем этапе экспертного исследования эксперт готовит синтезирующую часть, в которой излагает результаты изучения комплекса морфологических признаков и физических свойств камней, оценивает результативность проведенных исследований.

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический вывод формулируется при установлении названия камней, отнесении их к группе драгоценных, определении массы, стоимости камней.

*Пример.* Представленные на экспертизу камни являются сапфирами природными (... шт.), рубинами природными (... шт.), корундами природными (... шт.). Сапфиры и рубины природные относятся к группе драгоценных камней; корунды природные к группе драгоценных камней не относятся.

Общая масса сапфиров природных (... шт.) составляет ..... кар., рубинов природных (... шт.) – ..... кар. Общая масса корундов природных (... шт.) составляет ..... г.

Оценочная стоимость сапфиров природных (... шт.) составляет ..... руб., рубинов природных (... шт.) – ..... руб. Расчет стоимости камней проведен по состоянию на .....20.. г.

Вероятный вывод возможен при решении вопросов об источнике происхождения (месторождения) камней и возможности их использования в ювелирных изделиях в качестве вставок.

*Пример.* Источником представленных на экспертизу рубинов, alexandритов и изумрудов являются, вероятно, зарубежные месторождения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

необходимы методы исследования, предполагающие разрушение (нарушение внешнего вида) объектов;

масса представленного объекта меньше допустимой точности взвешивания (0,01 кар./0,01 г);

*Пример.* Определить массу каждого из бриллиантов, представленных на исследование, не представляется возможным, так как она менее допустимой точности взвешивания (0,01 кар.).

на данный вид камней отсутствует нормативная документация;

*Пример.* Стоимость сырья рубинового природного, корундового природного и шпинелевого природного не определяли в связи с отсутствием нормативной документации, утвержденной Министерством финансов Российской Федерации.

количества представленных объектов недостаточно для формулирования выводов;

морфологические признаки, характеризующие объект, не информативны;

камни, представленные на исследование, не относятся к группе драгоценных.

*Пример.* Установить источник происхождения алмазов (бриллиантов) не представляется возможным вследствие отсутствия у них морфологических признаков, характерных для того или иного месторождения.

### Литература

1. *Андерсон Б.У.* Определение драгоценных камней / Пер. с англ. – М., 1996.
2. Алмазы природные. Классификатор К 47-01-92.
3. *Балицкий В.С., Лисицина Е.Е.* Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. – М., 1981.
4. *Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П.* Геология месторождений драгоценных камней. – М., 1984.
5. *Корнилов Н.И., Солодова Ю.П.* Ювелирные камни / Под ред. Н.И. Гинзбурга. – М., 1982.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 сентября 1999 г. № 1068 «О порядке и критериях отнесения самородков драгоценных металлов и драгоценных камней к категории уникальных».
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 ноября 1998 г. № 1365 «О критериях и порядке отнесения драгоценных камней к непригодным для изготовления ювелирных изделий».
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 5 января 1999 г. № 8 «Об утверждении порядка отнесения уникальных янтарных образований к драгоценным камням».
9. Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 15 декабря 2006 г. № 174н «Об установлении предельных характеристик алмазов, на основе которых определяется экономическая целесообразность их переработки на предприятиях ограниченной промышленности Российской Федерации».
10. *Рид П.Г.* Геммология / Под ред. канд. геол.-мин. наук Ю.П. Солодовой: Пер. с англ. – М., 2003.
11. *Солодова Ю.П., Андреев Э.Д., Гранадчиков Б.Г.* Определитель ювелирных и поделочных камней: Справочник. – М., 1985.
12. ТУ 117-4.2099–2002. Бриллианты. Технические требования. Классификация.

13. ТУ 95.335–88. Изумруды природные обработанные. Технические условия.
14. ТУ 95.1647–88. Изумруды природные в сырье. Технические условия.
15. ТУ 9645-002-45866412–01. Рубины природные обработанные. Технические условия.
16. ТУ 9645-001-45866412–01. Сапфиры природные обработанные. Технические условия.
17. ТУ 7026-002-26420171–94. Александриты природные ограненные. Технические условия.
18. ТУ 7026-001-26420171–94. Александриты природные в сырье. Технические условия.
19. Уголовный кодекс Российской Федерации. – М., 2004.
20. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».
21. Федеральный закон от 26 марта 1998 г. № 41-ФЗ «О драгоценных металлах и драгоценных камнях».
22. *Шафрановский И.И., Алявдин В.Ф.* Краткий курс кристаллографии. – М., 1984.
23. *Шуман В.* Мир камня. Драгоценные и поделочные камни. – М., 1986.
24. Эксперт. Руководство для экспертов / Под ред. Т.В. Аверьяновой, В.Ф. Статкуса. – М., 2003.
25. *SIBJO.* Алмазы. Ювелирные камни. Жемчуг / Пер. с англ. – М., 1993.
26. *Gubelin E.J., Koivula J.I.* Bildatlas der Einschlusse in Edelsteinen. – Zurich, 1986.

# МЕДИКО-КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРЕПА НЕОПОЗНАННОГО ТРУПА В ЦЕЛЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИЖИЗНЕННОГО ОБЛИКА

*И.А. Лошак, Л.Л. Усачёва, Ю.А. Токарева*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Выявление индивидуализирующих признаков и восстановление прижизненного облика погибшего (умершего) человека по черепу неопознанного трупа.

### Объекты исследования

Череп неопознанного трупа (далее – череп), фрагменты костей черепа; изолированные зубы, зубные протезы, имплантаты и др.

Материалы на неопознанный труп: протокол осмотра места происшествия; опознавательная карта на неопознанный труп; справка о приметах трупа; изображения трупа, выполненные на месте обнаружения и в морге, и др.

Материалы ранее проведенных исследований неопознанного трупа (судебно-медицинских, медико-криминалистических и др.).

Представленные на исследование объекты должны соответствовать следующим требованиям:

костные объекты – без мягких тканей;

текстовые материалы – оригиналы либо копии надлежащего качества (пригодные для прочтения или расшифрованные).

### Вопросы, решаемые экспертизой

Определить пол, возраст, расу погибшего (умершего).

Выявить признаки внешности и другие индивидуальные особенности погибшего (умершего).

Восстановить прижизненный облик погибшего (умершего) по черепу, представленному на исследование.

## Сущность методики

Установление и оценка общефизических признаков (пол, возраст, расовый тип); выявление групповых и индивидуализирующих признаков внешности по черепу. На основе анализа полученных данных – восстановление прижизненного облика (реконструкция лица) погибшего (умершего) человека по черепу с учетом среднестатистических значений толщин мягких тканей.

### Подзадачи

#### **1. Оценка пригодности представленных объектов для проведения исследования.**

*Объекты исследования.* Череп, фрагменты костей черепа.

*Принципы решения подзадачи.* Оценка соответствия представленных объектов исследования материалам на неопознанный труп;

оценка соответствия представленных костных объектов требованиям, предъявляемым к объектам исследования;

оценка объема повреждений и фрагментации костных объектов исследования.

#### **2. Подготовка объектов к исследованию.**

*Объекты исследования.* Череп, фрагменты костей черепа; изолированные зубы и зубные протезы.

*Принципы решения подзадачи.* Проведение очистки черепа от наложений; обеззараживание и осветление;

восстановление целостности представленных на исследование объектов (реставрация, реконструкция)<sup>1</sup>.

#### **3. Выявление и дифференциальная диагностика повреждений костей черепа.**

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Выявление, описание повреждений; дифференциальная диагностика прижизненных и посмертных (либо

---

<sup>1</sup> Реставрация черепа – восстановление целостности частично разрушенного черепа при наличии всех или большинства его костных фрагментов, а также фиксация изолированных зубов и зубных протезов; проводится с помощью термопластичного клея, канифольно-восковой мастики, пластилина или металлической проволоки.

Реконструкция черепа – восстановление целостности черепа при его частичном разрушении с заменой отсутствующих костных фрагментов слепочной массой (например, скульптурным пластилином).

возникших незадолго до смерти) повреждений; выявление следов врачебных вмешательств;

оценка влияния объема посмертных (либо возникших незадолго до смерти) повреждений на возможность выявления признаков элементов внешности и воспроизведения этих признаков при реконструкции лица;

оценка влияния выявленных прижизненных повреждений и следов врачебных вмешательств на изменение признаков внешности и на последующее отображение этих признаков при реконструкции лица.

#### **4. Определение пола.**

*Объект исследования.* Череп.

*Принцип решения подзадачи.* Половая принадлежность черепа может быть установлена по методикам определения и оценки полодиагностических краниометрических и краниоскопических (качественных) признаков черепа:

методика краниоскопической диагностики пола человека [11] используется при исследовании черепов взрослых людей; результат оценивается по значению диагностического коэффициента; вывод (пол мужской; пол женский; пол установить не представляется возможным) формируется в соответствии с попаданием диагностического коэффициента в один из трех доверительных интервалов;

методика определения пола по краниометрическим полодиагностическим признакам черепа [22, 23] применяется при исследовании черепов взрослых людей европеоидной расы; вывод о половой принадлежности черепа (пол мужской; пол женский; пол установить не представляется возможным) формируется на основании соотношения практически достоверных мужских (вероятных мужских) и практически достоверных женских (вероятных женских) признаков.

Дополнительно могут быть использованы другие методики:

методика краниометрической диагностики пола человека на основе одномерного дискриминантного анализа [21];

методика краниометрической диагностики пола человека на основе многомерного дискриминантного анализа [21].

#### **5. Определение расы.**

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Диагностика расы (большая европеоидная, большая монголоидная) осуществляется по краниометрическим признакам черепа [9]; определение расы проводится по трем диагностическим таблицам, оформленным в виде пятиинтервальной шкалы;

вывод формируется относительно больших рас в достоверной, вероятной или неопределенной форме.

Дополнительно могут быть использованы другие методики, например:

установление расы по анатомо-морфологическим показателям черепа [7];

установление расы по особенностям строения зубов [18].

### **6. Составление краниологической характеристики.**

*Объект исследования.* Череп.

*Принцип решения подзадачи.* Выявление и описание особенностей строения черепа по краниометрическим показателям (относительные, угловые и абсолютные размеры мозговой коробки и лицевого отдела черепа) и краниоскопическим характеристикам (особенности анатомо-морфологического строения, аномалии развития, признаки патологии и т.д.).

### **7. Исследование зубочелюстной системы<sup>1</sup>.**

*Объекты исследования.* Череп; изолированные зубы и зубные протезы; материалы на неопознанный труп, содержащие сведения о зубочелюстной системе погибшего (умершего) человека.

*Принципы решения подзадачи.* Характеристика элементов зубочелюстной системы;

выявление аномалий и патологий зубов и зубных дуг, признаков заболеваний и врачебных вмешательств;

выделение индивидуальных особенностей, визуально заметных при жизни (разговоре и улыбке);

определение типа прикуса;

составление зубной формулы;

изучение материалов на неопознанный труп в целях выявления дополнительных сведений о зубочелюстной системе погибшего (умершего) человека.

### **8. Определение биологического возраста.**

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Биологический возраст определяется по степени прорезывания и анатомо-морфологической сформированности зубов, по степени стертости жевательной поверхности зубов и степени зарастания швов черепа;

---

<sup>1</sup> Зубочелюстная система черепа – альвеолярные отростки верхнечелюстных костей и альвеолярная часть нижней челюсти, зубы.

при определении возраста по степени прорезывания и анатомо-морфологической сформированности зубов используются среднестатистические данные о сроках прорезывания и анатомо-морфологическом строении зубов;

при определении возраста по степени стертости зубов используются таблица показателей стертости (в баллах) жевательной поверхности зубов верхней челюсти [6] и методические рекомендации по оценке показателей стертости жевательной поверхности зубов верхней и нижней челюстей в зависимости от формы прикуса [34].

При определении возраста по степени зарастания швов черепа осуществляется следующее:

устанавливается наличие основно-затылочного синостоза;

оценивается (в баллах) степень зарастания верхнечелюстных швов;

оценивается (в баллах) степень зарастания швов внутренней и наружной поверхностей костей черепа [1].

Дополнительно могут быть использованы другие методики, например:

диагностика возраста по швам черепа с помощью уравнений множественной полиномиальной регрессии [8];

методика Т. Takei et al, учитывающая степень стертости и позицию зуба [21, 35].

### ***9. Определение признаков внешности.***

*Объекты исследования.* Череп; материалы на неопознанный труп.

*Принципы решения подзадачи.* Определение признаков внешности по системе словесного портрета [26, 27] на основании взаимосвязи особенностей строения костей черепа и имеющихся прижизненных повреждений с морфологическими признаками головы и лица [29];

выявление дополнительных сведений о признаках внешности неопознанного трупа с использованием материалов, представленных на исследование.

### ***10. Исследование материалов на неопознанный труп.***

*Объекты исследования.* Материалы на неопознанный труп.

*Принцип решения подзадачи.* Выявление, анализ и оценка дополнительных сведений, выявленных с использованием материалов на неопознанный труп, имеющих идентификационную значимость.

### ***11. Восстановление прижизненного облика (реконструкция лица).***

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Плоскостную реконструкцию лица по черепу (анфас и в профиль) выполняют графическим методом либо методами, основанными на принципах комбинированного графического метода (КГМ);

изображение либо наложение и модификация элементов внешности осуществляется с учетом выявленных морфологических, полодиагностических, расово-диагностических признаков черепа и индивидуализирующих особенностей (под контролем изображения черепа и собственно черепа);

если определить половую принадлежность погибшего (умершего) человека по черепу не представилось возможным, то реконструкция выполняется с полонейтральной прической и элементами внешности, отображающими тип строения лица.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Совокупность морфологических, возрастных, полодиагностических, расово-диагностических признаков черепа, признаков внешности (групповых и индивидуализирующих особенностей), определенных по черепу неопознанного трупа, является индивидуальной и неповторимой. Это позволяет восстановить внешний облик по черепу для выдвижения версии о личности погибшего (умершего).

### **Оборудование, инструменты и материалы**

#### ***Обработка, реставрация и реконструкция черепа (выполняются при необходимости)***

Перекись водорода.

Спирт этиловый.

Моющие средства.

Канифольно-восковая мастика.

Пластилин (скульптурный и др.).

Спиртовка.

Инструмент для работы с термопластичным клеем (склеивающий электрический пистолет с набором клеевых стержней).

Скальпели.

Шпатели.

Пинцеты анатомический и хирургический.

Бормашина с набором боров.

Пассатижи.

Мягкая металлическая проволока.

Щетки с мягкой и жесткой щетиной.

Тальк.

Средства защиты (перчатки латексные; маски; очки).

Салфетки марлевые (или бинты).

Вата.

***Определение пола, возраста, расового типа, признаков внешности, состояния зубочелюстной системы черепа***

Штатив Моллисона.

Скользящий циркуль (предел измерения – 0–160 мм; точность – 0,1 мм).

Штангенциркуль (предел измерения – 0–160 мм; точность – 0,1 мм).

Толстотный циркуль (предел измерения – 0–200 мм; точность – 0,1 мм).

Координатный циркуль (пределы измерения: горизонтальная шкала – 0–140 мм; вертикальная шкала – 0–40 мм и 40–0 мм; точность – 0,1 мм).

Измерительная лента.

Мандибулометр.

Гониометр (угломер).

Транспортир.

Чертежный циркуль-измеритель.

Лупа 2- и 4-кратного увеличения.

Микроскоп бинокулярный.

Справочные материалы (объекты краниологической коллекции; учебные и методические пособия; другие тематические материалы).

***Средства фиксации исследуемых объектов, выполнения реконструкции и иллюстрации экспертных выводов***

Штативы для черепа и камеры.

ПЭВМ.

Система ввода и обработки изображений.

Цифровая камера.

Сканер планшетный.

Принтер.

Основные программные продукты: программа для создания реконструированного портрета; графический и текстовый редакторы.

## Последовательность действий эксперта

1. Ознакомление с постановлением (отношением) о назначении экспертного исследования. Осмотр, описание и фиксация упаковки объектов (целостность, состояние, наличие оттисков печатей и штампов, соответствующие пояснительные надписи и тексты).

2. Вскрытие упаковки; первичный осмотр поступивших костных останков, материалов на предполагаемого погибшего (умершего) и других объектов исследования. Проверка соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (отношении) и соответствия требованиям, предъявляемым к объектам данного вида исследования (в случае несоответствия материалы возвращаются инициатору без исполнения).

3. Фотографирование представленных на исследование объектов (с масштабной линейкой).

4. Оценка состояния костных объектов (наличие наложений, загрязнений, запаха, инородных объектов, а также признаков ранее выполненных исследований). При необходимости – очистка черепа от наложений; обеззараживание; осветление.

5. Установление принадлежности представленных костных фрагментов и изолированных зубов исследуемому черепу. При наличии признаков ранее проведенной реставрации черепа – определение правильности установки костных фрагментов и зубов в соответствии с анатомо-морфологическим строением.

6. При фрагментации черепа – реставрация или реконструкция. Фотографирование реставрированного черепа.

7. Выявление повреждений черепа; при необходимости – их фотографирование (с масштабной линейкой);

описание повреждений в определенной последовательности: мозговой отдел, лицевой отдел, нижняя челюсть;

указание точной анатомической локализации, размеров, формы, направления плоскости повреждений; наличия лучей и трещин; наличия (либо отсутствия) костных отломков (со смещением, без смещения);

оценка характера краев повреждений для определения возможности установления прижизненности повреждений;

оценка влияния прижизненных повреждений на изменение внешнего облика;

оценка объема посмертных (либо возникших незадолго до смерти) повреждений; вывод о возможности восстановления внешнего облика.

8. Размещение на черепе антропометрических точек, необходимых для выполнения расово-диагностических и полодиагностических измерений.

9. Определение половой принадлежности по черепу:

а) в соответствии с методикой определения пола по краниометрическим полодиагностическим признакам черепа [22, 23]:

краниометрические измерения;

оформление результатов краниометрических измерений в виде таблицы;

оценка результатов в соответствии с таблицей показателей диагностических размеров черепов [23];

анализ показателей;

формирование вывода;

б) в соответствии с методикой краниоскопической диагностики пола человека [11]:

визуальное и тактильное исследование черепа;

оформление результатов исследования краниоскопических признаков в виде таблицы;

оценка результатов по таблице основных качественных признаков человека, обладающих половым диморфизмом [11];

анализ признаков и вычисление диагностического коэффициента;

формирование вывода по значению диагностического коэффициента;

в) на основании результатов применения методик – формирование общего вывода о половой принадлежности по черепу<sup>1</sup>.

При невозможности определения половой принадлежности по черепу пол считается неустановленным или используются объективные сведения о половой принадлежности, полученные в результате судебно-медицинского исследования трупа (при необходимости половая принадлежность определяется методом ДНК-анализа).

10. Определение расовой принадлежности по черепу в соответствии с методикой определения расы (большая европеоидная, большая монголоидная) по краниометрическим признакам черепа [9]:

краниометрические измерения;

оформление результатов краниометрических измерений в виде таблицы;

---

<sup>1</sup> При получении противоречивых результатов применения методик определения пола по черепу предпочтение отдается краниоскопической методике.

оценка результатов по таблицам определения расы по черепу [9];  
анализ показателей;  
формирование вывода.

11. Составление краниологической характеристики черепа (особенности черепа на основании краниоскопических и краниометрических признаков с использованием таблиц абсолютных, относительных и угловых размеров мозговой коробки и лицевого скелета черепов лиц мужского и женского пола [1]):

общие признаки, характеризующие череп в целом (признаки патологии, аномалии развития и т.д.);

мозговой отдел;

лицевой отдел;

нижняя челюсть.

12. Составление характеристики особенностей зубочелюстной системы<sup>1</sup>:

определение общего количества сохранившихся зубов (молочных и постоянных) на верхней и нижней челюстях;

описание каждого зуба верхней и нижней челюстей (морфологические особенности, аномалии, повреждения, признаки врачебного вмешательства и заболеваний);

описание состояния костной ткани альвеолярных частей на местах прижизненно удаленных зубов и состояния лунок зубов, утраченных посмертно (либо незадолго до смерти);

подробное описание пломб, коронок, протезов и т.д.;

описание расовых одонтологических признаков;

определение типа прикуса;

описание особенностей зубного ряда, заметных при жизни (разговоре и улыбке);

составление зубной формулы. Описание (с использованием формулы Зигмонди или одного из вариантов международной классификации зубов) с расшифровкой примененных условных обозначений;

фотографирование особенностей зубочелюстной системы (при необходимости).

---

<sup>1</sup> Если в представленных материалах на неопознанный труп имеются сведения о зубах, не сохранившихся на момент исследования, то эти данные включаются в исследование в виде цитаты с ссылкой на соответствующий документ.

13. Определение возраста по черепу.

*Определение возраста по зубам:*

а) в соответствии со среднестатистическими данными о сроках прорезывания и анатомо-морфологическом строении зубов:

определение наличия молочных и постоянных зубов;

определение степени прорезывания молочных и постоянных зубов;

определение степени сформированности коронки и корня (корней) зубов;

формирование вывода;

б) в соответствии с методикой определения возраста по степени стертости жевательной поверхности зубов верхней челюсти [6]:

определение степени стертости (в баллах) зубов каждого класса;

формирование вывода;

в) в соответствии с методическими рекомендациями [34] по определению возраста по степени стертости жевательной поверхности зубов верхней и нижней челюстей с учетом особенностей прикуса:

определение степени стертости (в баллах) зубов каждого класса нижней челюсти;

формирование вывода.

*Определение возраста по степени зарастания швов черепа:*

а) определение наличия основно-затылочного синостоза;

формирование вывода;

б) в соответствии с методикой определения возраста по степени зарастания верхнечелюстных швов:

описательная характеристика зарастания швов;

определение степени зарастания швов (в баллах);

формирование вывода;

в) в соответствии с методикой определения возраста по степени зарастания швов внутренней и наружной поверхностей костей черепа [1]:

описательная характеристика зарастания швов свода черепа и их отдельных участков;

определение степени зарастания швов (в баллах);

формирование вывода;

г) выявление признаков нарушения сроков зарастания отдельных швов черепа или отдельных участков конкретного шва (если таковые имеются) [12];

д) на основании результатов применения методик по черепу – определение биологического возраста (в некотором возрастном интервале).

14. Установление признаков внешности по черепу и формирование словесного портрета погибшего (умершего) человека;

выявление групповых и индивидуализирующих признаков элементов внешности и их описание по системе словесного портрета [26];

выделение по черепу индивидуальных особенностей (в том числе признаков прижизненных повреждений, возникших задолго до наступления смерти);

оценка возможности влияния выявленных следов врачебных вмешательств и представленных на исследование имплантатов на изменение внешнего облика;

оценка идентификационной значимости каждого из выявленных признаков и их совокупности;

перечисление признаков внешности, выявить которые не представилось возможным.

15. Восстановление по черепу прижизненного облика погибшего (умершего):

выполнение на черепе разметки, необходимой для восстановления прижизненного облика (обозначение краниометрических точек и контуров; установка столбиков из пластилина, равных среднестатистическим толщинам мягких тканей в определенных краниометрических точках головы и лица);

выбор метода реконструкции лица по черепу (графический либо основанный на КГМ);

фиксация черепа в штативе в положении франкфуртской горизонтали;

получение изображений черепа анфас и в левый профиль;

выполнение реконструкции лица анфас и в левый профиль<sup>1</sup>;

под контролем изображения черепа и собственно черепа (в зависимости от выбранного метода выполнения реконструкции) графическое изображение либо наложение отдельных элементов внешности, соответствующих полу, возрасту и расе, определенным по черепу;

коррекция элементов внешности в соответствии с особенностями, определенными по черепу (элементы внешности, соответствующие

---

<sup>1</sup> При повреждениях костей левой половины лицевого отдела черепа или при наличии индивидуальных особенностей на костях правой половины выполняется правая профильная реконструкция (либо и левая, и правая).

отсутствующему участку лицевого или мозгового отдела черепа, выполняются приближенно или условно).

16. Иллюстрация этапов экспертного исследования и его результатов в виде таблиц и изображений (в тексте экспертизы либо в приложениях): общий вид представленных объектов при поступлении;

изображения повреждений и особенностей черепа (при необходимости);

изображения черепа, подготовленного для реконструкции, анфас и в профиль;

совмещенные изображения черепа и элементов внешности анфас и в профиль;

изображения реконструкции лица анфас и в левый профиль.

Все изображения представляются в одном масштабе. Оптимальный размер изображения головы (по вертикали) – 8–10 см.

### **Формулирование выводов эксперта**

На основании промежуточных выводов, сделанных на этапах исследования, экспертом формулируется окончательный вывод.

Положительный вывод формулируется не только при возможности полного или частичного восстановления внешнего облика по черепу, но и в случае выявления хотя бы одного признака идентификационного характера.

#### *Примеры.*

Череп принадлежал лицу мужского пола, большой европеоидной расы; наиболее вероятный биологический возраст – 30–40 лет. Составлен словесный портрет. Выявлены следы врачебного вмешательства (трепанация черепа). По черепу восстановлен внешний облик (выполнена реконструкция лица).

В связи с обширными повреждениями черепа восстановить внешний облик (выполнить реконструкцию лица) не представляется возможным. Однако выявлены индивидуальные особенности в виде прижизненных переломов правой ветви нижней челюсти и правой скуловой дуги.

### **Литература**

1. *Алексеев В.П., Дебец Г.Ф.* Краниометрия. Методика антропологических исследований. – М., 1964.

2. *Балуева Т.С., Веселовская Е.В., Лебединская Г.В.* Антропологическая реконструкция. – М., 1991.

3. *Балуева Т.С., Лебединская Г.В.* Методика исследований взаимосвязей между морфологическими признаками лица и их костной основой / Антропологическая реконструкция. – М., 1991. – С. 5–67.

4. Бунак В.В. Антропология. – М., 1941.
5. Виниченко И.Ф., Житников В.С., Зинин А.М., Овсянникова М.Н., Снетков В.А. Криминалистическое описание внешности человека. – М.: МЮИ МВД России, 1998.
6. Герасимов М.М. Восстановление лица по черепу. – М., 1955.
7. Герасимов М.М. Основы восстановления лица по черепу. – М., 1949.
8. Звягин В.Н. Диагностика возраста по швам черепа с помощью уравнений множественной полиномиальной регрессии // Судебная травматология и новые экспертные методы в борьбе с преступлениями против личности. Тезисы республиканской конференции. – Каунас, 1981.
9. Звягин В.Н. Диагностика расы и расового типа методом дискриминантного анализа. Тезисы республиканской конференции «Морфогенез клетки, тканей и организма». – М., Вильнюс, 1980. – С. 55–57.
10. Звягин В.Н. Краниометрические комплексы и реконструкция черепа. Проблемы эволюционной морфологии человека и его рас. – М., 1986. – С. 84–92.
11. Звягин В.Н. Методика краниоскопической диагностики пола человека // Судебно-медицинская экспертиза. – № 3. – М., 1983. – С. 15–17.
12. Звягин В.Н. Об определении возраста взрослого человека по швам свода черепа. – М., 1975.
13. Звягин В.Н. Реставрация фрагментированного черепа при экспертизе идентификации личности // Судебно-медицинская экспертиза. – № 2. – М., 2001.
14. Зинин А.М., Буданов С.А., Черкашина И.И. Словарь основных терминов судебно-портретной экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 2007.
15. Зинин А.М. Габитоскопия и портретная экспертиза. – М., 2002.
16. Зинин А.М., Подволоцкий И.Н. Габитоскопия. – М., 2006.
17. Зубов А.А. Одонтология. Методика антропологических исследований. – М., 1968.
18. Зубов А.А. О расово-диагностическом значении некоторых одонтологических признаков. – М., 1968. – № 8.
19. Коровянский О.П. Диагностика половой принадлежности и формы лица индивидуума по нижней челюсти // Судебно-медицинская экспертиза. – № 3. – М., 1984. – С. 34–39.

20. *Лебединская Г.В.* Реконструкция лица по черепу. – М., 1998.
21. Медико-криминалистическая идентификация. Настольная книга судебно-медицинского эксперта / Под общ. ред. В.В. Томилина. – М., 2000.
22. *Пащикова В.И.* Очерки судебно-медицинской остеологии. Определение пола, возраста и роста по костям скелета человека. – М., 1963.
23. *Пащикова В.И., Резников Б.Д.* Судебно-медицинское отождествление личности по костным останкам. – Саратов, 1978.
24. *Рогинский Я.Я., Левин М.Г.* Антропология. – М., 1978.
25. *Савушкин А.В., Коровянский О.П. и др.* Медико-криминалистическое обеспечение получения идентификационной и розыскной информации при установлении личности погибшего по неопознанному трупу. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.
26. *Снетков В.А., Виниченко И.Ф., Житников В.С., Зинин А.М., Овсянникова М.Н.* Криминалистическое описание внешности человека. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1984.
27. *Снетков В.А., Зинин А.М., Виниченко И.Ф.* Типы и элементы внешности (ТЭВ). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1979.
28. *Снетков В.А., Зинин А.М., Виниченко И.Ф.* Частота встречаемости признаков элементов лица. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1972.
29. *Усачева Л.Л., Токарева Ю.А.* Восстановление внешнего облика по черепу. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010.
30. *Федосюткин Б.А., Коровянский О.П., Усачева Л.Л. и др.* Восстановление лица по черепу в криминалистике. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1990.
31. *Федосюткин Б.А., Коровянский О.П., Усачева Л.Л. и др.* Комбинированный графический метод восстановления лица по черепу. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.
32. *Федосюткин Б.А.* Получение идентификационной и розыскной информации о личности погибшего (умершего). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.
33. *Федосюткин Б.А., Самищенко С.С., Коровянский О.П., Лукьянова Л.Л., Хохлов А.Е.* Комбинированный графический метод (КГМ) восстановления лица по черепу. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1985.
34. *Чернявская З.П.* Возрастная стираемость зубов в зависимости от формы прикуса // Судебно-медицинская экспертиза. – № 4. – М., 1979.
35. *Takei T. et al.* The use of tooth attritions in age estimation. – Jap. Leg. J. – 1981. – Vol. 36. – No. 6.

**ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРЕПА  
НЕОПОЗНАННОГО ТРУПА И МАТЕРИАЛОВ  
НА ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ПОГИБШЕГО (УМЕРШЕГО)  
В ЦЕЛЯХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ**

*И.А. Лошак, В.М. Кузин, Л.В. Косарева*  
ЭКЦ МВД России

**Экспертная задача**

Установление (либо исключение) принадлежности представленного на исследование черепа неопознанного трупа конкретному предполагаемому погибшему (умершему) человеку.

**Объекты исследования**

На неопознанный труп:

череп неопознанного трупа (далее – череп), фрагменты костей черепа, изолированные зубы, зубные протезы, имплантаты и др.;

материалы на неопознанный труп: протокол осмотра места происшествия (трупа); заключение эксперта (акт исследования) по результатам исследования неопознанного трупа; заключение медико-криминалистического исследования трупа; опознавательная карта на неопознанный труп; справка (ориентировка) о приметах трупа; изображения трупа (фотоснимки, негативы, цифровые изображения на электронных носителях, видеоизображения и т.д.).

На предполагаемого погибшего (умершего):

медицинские документы: медицинские карты (амбулаторные, стационарные, стоматологические); рентгенограммы головы и зубов;

изображения предполагаемого погибшего (умершего): фотоснимки из паспортного стола, из семейных альбомов и других источников; негативы; цифровые изображения на электронных носителях; видеоизображения и т.д.;

иные документы, представленные на предполагаемого погибшего (умершего), содержащие сведения идентификационного характера: документы, удостоверяющие личность; карты призывника; протоколы допроса свидетелей и др.

Представленные на исследование объекты должны соответствовать следующим требованиям:

костные объекты – без мягких тканей;

изображения – в виде оригиналов или копий надлежащего качества, с различимыми мелкими признаками внешности лица, с точным указанием предполагаемого погибшего (умершего) на групповых изображениях;

текстовые материалы – в виде оригиналов либо копий надлежащего качества (пригодные для прочтения или расшифрованные).

### **Вопрос, решаемый экспертизой**

Перед экспертом обычно ставится вопрос в следующей формулировке: «Принадлежал ли череп неопознанного трупа гр-ну Н., 19... г. р., пропавшему без вести... 20... г., материалы на которого представлены на исследование?».

### **Сущность методики**

Анализ и оценка совокупности особенностей, выявленных по черепу неопознанного трупа: строения костей, общефизических признаков, признаков внешности, особенностей зубочелюстной системы<sup>1</sup>, а также сведений, содержащихся в материалах на неопознанный труп.

Анализ и оценка сведений, выявленных из материалов на предполагаемого погибшего (умершего) человека.

Сравнение совокупностей одноименных признаков идентификационного характера, выявленных по черепу и по сведениям из материалов на предполагаемого погибшего (умершего) человека, в целях идентификации личности.

### **Подзадачи**

#### ***1. Исследование представленных объектов по неопознанному трупу.***

*1.1. Оценка пригодности представленных объектов для проведения исследования.*

*Объекты исследования.* Череп, фрагменты костей черепа; материалы на неопознанный труп.

---

<sup>1</sup> Зубочелюстная система черепа – альвеолярные отростки верхнечелюстных костей и альвеолярная часть нижней челюсти, зубы. Далее термин «зубочелюстная система» используется при исследовании черепа, термин «стоматологический статус» – при исследовании материалов на предполагаемого погибшего (умершего).

*Принципы решения подзадачи.* Оценка соответствия представленных объектов исследования материалам на неопознанный труп;  
оценка соответствия представленных костных объектов требованиям, предъявляемым к объектам исследования;  
оценка объема повреждений и фрагментации костных объектов исследования.

*1.2. Подготовка объектов к исследованию.*

*Объекты исследования.* Череп, фрагменты костей черепа; изолированные зубы и зубные протезы.

*Принципы решения подзадачи.* Проведение очистки черепа от наложений; обеззараживание и осветление;  
восстановление целостности представленных на исследование объектов (реставрация, реконструкция)<sup>1</sup>.

*1.3. Выявление и дифференциальная диагностика повреждений костей черепа.*

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Выявление, описание повреждений; дифференциальная диагностика прижизненных и посмертных (либо возникших незадолго до смерти) повреждений; выявление следов врачебных вмешательств;

оценка влияния объема посмертных (либо возникших незадолго до смерти) повреждений на выявление признаков элементов внешности и возможность проведения идентификационного исследования;

оценка влияния выявленных прижизненных повреждений и следов врачебных вмешательств на изменение внешнего облика.

*1.4. Определение пола.*

*Объект исследования.* Череп.

*Принцип решения подзадачи.* Для установления половой принадлежности черепа используются методики определения и оценки как полодиодиагностических краниометрических, так и краниоскопических (качественных) признаков черепа:

---

<sup>1</sup> Реставрация черепа – восстановление целостности частично разрушенного черепа при наличии всех или большинства его костных фрагментов, а также фиксация изолированных зубов и зубных протезов; проводится с помощью термопластичного клея, канифольно-восковой мастики, пластилина или металлической проволоки.

Реконструкция черепа – восстановление целостности черепа при его частичном разрушении с заменой отсутствующих костных фрагментов слепочной массой (например, скульптурным пластилином).

методика краниоскопической диагностики пола человека [13] используется при исследовании черепов взрослых людей; результат оценивается по значению диагностического коэффициента; вывод (пол мужской; пол женский; пол установить не представляется возможным) формируется в соответствии с попаданием диагностического коэффициента в один из трех доверительных интервалов;

методика определения пола по краниометрическим полодиагностическим признакам черепа [26, 27] применяется при исследовании черепов взрослых людей европеоидной расы; вывод о половой принадлежности черепа (пол мужской; пол женский; пол установить не представляется возможным) формируется на основании соотношения практически достоверных мужских (вероятных мужских) и практически достоверных женских (вероятных женских) признаков.

Дополнительно могут быть использованы другие методики:

методика краниометрической диагностики пола человека на основе одномерного дискриминантного анализа [25];

методика краниометрической диагностики пола человека на основе многомерного дискриминантного анализа [25].

#### *1.5. Определение расы.*

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Диагностика расы (большая европеоидная, большая монголоидная) осуществляется по краниометрическим признакам черепа [11, 12]; определение расы проводится по трем диагностическим таблицам, оформленным в виде пятиинтервальной шкалы;

вывод формируется относительно больших рас в достоверной, вероятной или неопределенной форме.

Дополнительно могут быть использованы другие методики, например:

установление расы по анатомо-морфологическим показателям черепа [8];

установление расы по особенностям строения зубов [20].

#### *1.6. Составление краниологической характеристики.*

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Выявление и описание особенностей строения черепа по краниометрическим показателям (относительные, угловые и абсолютные размеры мозговой коробки и лицевого отдела черепа) и краниоскопическим характеристикам (особенности

анатомо-морфологического строения, аномалии развития, признаки патологии и т.д.).

### *1.7. Исследование зубочелюстной системы.*

*Объекты исследования.* Череп; изолированные зубы и зубные протезы; материалы на неопознанный труп, содержащие сведения о зубочелюстной системе погибшего (умершего) человека.

*Принципы решения подзадачи.* Характеристика элементов зубочелюстной системы;

выявление аномалий и патологий зубов и зубных дуг, признаков заболеваний и врачебных вмешательств;

выделение индивидуальных особенностей, визуально заметных при жизни (разговоре и улыбке);

определение типа прикуса;

составление зубной формулы;

изучение материалов на неопознанный труп в целях выявления дополнительных сведений о зубочелюстной системе погибшего (умершего) человека.

### *1.8. Определение биологического возраста.*

*Объект исследования.* Череп.

*Принципы решения подзадачи.* Биологический возраст определяется по степени прорезывания и анатомо-морфологической сформированности зубов, по степени стертости жевательной поверхности зубов и степени зарастания швов черепа;

при определении возраста по степени прорезывания и анатомо-морфологической сформированности зубов используются среднестатистические данные о сроках прорезывания и анатомо-морфологическом строении зубов;

при определении возраста по степени стертости зубов используются таблица показателей стертости (в баллах) жевательной поверхности зубов верхней челюсти [8] и методические рекомендации по оценке показателей стертости жевательной поверхности зубов верхней и нижней челюстей в зависимости от формы прикуса [36];

при определении возраста по степени зарастания швов черепа осуществляется следующее:

устанавливается наличие основно-затылочного синостоза;

оценивается (в баллах) степень зарастания верхнечелюстных швов;

оценивается (в баллах) степень зарастания швов внутренней и наружной поверхностей костей черепа [2].

Дополнительно могут быть использованы другие методики, например:

диагностика возраста по швам черепа с помощью уравнений множественной полиномиальной регрессии [10];

методика T. Takei et al, учитывающая степень стертости и позицию зуба [25, 37].

*1.9. Определение признаков внешности.*

*Объекты исследования.* Череп; материалы на неопознанный труп.

*Принципы решения подзадачи.* Определение признаков внешности по системе словесного портрета [31] на основании взаимосвязи особенностей строения костей черепа и имеющихся прижизненных повреждений с морфологическими признаками головы и лица [34];

выявление дополнительных сведений о признаках внешности неопознанного трупа с использованием материалов, представленных на исследование.

*1.10. Исследование материалов на неопознанный труп.*

*Объекты исследования.* Материалы на неопознанный труп.

*Принцип решения подзадачи.* Выявление, анализ и оценка дополнительных сведений, выявленных с использованием материалов на неопознанный труп, имеющих идентификационную значимость.

**2. Исследование материалов на предполагаемого погибшего (умершего) человека.**

*2.1. Оценка пригодности представленных материалов на предполагаемого погибшего (умершего).*

*Объекты исследования.* Медицинские документы; прижизненные изображения; иные документы.

*Принцип решения подзадачи.* Оценка пригодности представленных на исследование документов как носителей информации.

*2.2. Выявление идентификационных сведений из представленных материалов на предполагаемого погибшего (умершего).*

*Объекты исследования.* Медицинские документы; прижизненные изображения; иные документы, представленные на предполагаемого погибшего (умершего).

*Принципы решения подзадачи.* Выявление общефизических данных (пол, возраст, раса) на основе изучения представленных материалов на предполагаемого погибшего (умершего);

определение признаков внешности по изображениям головы предполагаемого погибшего (умершего); описание признаков внешности по системе словесного портрета [31]; выделение индивидуальных особенностей;

выявление и анализ сведений идентификационного характера из представленных на исследование медицинских документов (о врачебных вмешательствах, травмах, стоматологическом статусе по рентгенограммам головы и др.);

выявление и анализ информации идентификационного характера из иных документов на предполагаемого погибшего (умершего);

изучение и анализ всех представленных материалов на предполагаемого погибшего (умершего) в целях выбора методов идентификационного исследования.

### **3. Сравнительное исследование.**

#### **3.1. Сравнение данных общего порядка.**

*Объекты исследования.* Сведения, полученные на основе изучения черепа и материалов на предполагаемого погибшего (умершего).

*Принципы решения подзадачи.* Сравнение общефизических признаков (пол, возраст, раса), установленных по черепу, с соответствующими признаками, выявленными из материалов на предполагаемого погибшего (умершего);

анализ совпадений (различий).

**3.2. Сравнительное исследование сведений, полученных на основе изучения черепа, и сведений, полученных из медицинских документов на предполагаемого погибшего (умершего).**

*Объекты исследования.* Сведения, полученные на основе изучения черепа. Сведения из медицинских и иных документов на предполагаемого погибшего (умершего).

*Принципы решения подзадачи.* Сравнение сведений о зубочелюстной системе черепа и сведений о стоматологическом статусе предполагаемого погибшего (умершего); оценка выявленных совпадений (различий);

сравнение сведений, полученных на основе изучения особенностей строения черепа, и сведений из медицинских и иных документов (о перенесенных заболеваниях, травмах, оперативных вмешательствах и т.д.); оценка выявленных совпадений (различий);

сравнение прижизненных рентгенограмм головы предполагаемого погибшего (умершего) и рентгенограмм черепа, представленного на исследование; оценка выявленных совпадений (различий).

### *3.3. Сравнительное исследование признаков внешности.*

*Объекты исследования.* Признаки внешности, установленные по черепу. Признаки внешности, установленные по изображениям головы предполагаемого погибшего (умершего).

*Принцип решения подзадачи.* Сравнение одноименных признаков внешности и индивидуальных особенностей, установленных по черепу и по материалам на предполагаемого погибшего (умершего); оценка выявленных совпадений (различий).

### *3.4. Совмещение изображений головы и черепа.*

*Объекты исследования.* Череп. Изображения головы предполагаемого погибшего (умершего).

*Принцип решения подзадачи.* Проведение сравнительного исследования пропорциональных особенностей изображений головы и черепа; оценка результатов сравнения совмещенных изображений на предмет выявления совпадений (различий).

## **Совокупность признаков, характеризующих объект**

При исследовании черепа определяются морфологические, возрастные, полодиагностические, расово-диагностические признаки, а также признаки внешности (групповые и индивидуализирующие особенности), совокупность которых является индивидуальной и неповторимой.

Из материалов на предполагаемого погибшего (умершего) человека возможно выявить общефизические данные (пол, возраст, расу), групповые и индивидуализирующие признаки внешности, сведения о стоматологическом статусе, о перенесенных заболеваниях, о травмах, хирургических вмешательствах, а также другие данные идентификационного характера. Совокупность выявленных признаков является индивидуальной в каждом конкретном случае.

Сравнение признаков общего и частного порядка, установленных по черепу неопознанного трупа и выявленных из материалов на предполагаемого погибшего (умершего), позволяет выполнить идентификационное исследование и установить принадлежность черепа предполагаемому погибшему (умершему) человеку.

## **Оборудование, инструменты и материалы**

*Обработка, реставрация и реконструкция черепа  
(выполняются при необходимости)*

Перекись водорода.

Спирт этиловый.

Моющие средства.

Канифольно-восковая мастика.

Пластилин (скульптурный и др.).

Спиртовка.

Инструмент для работы с термопластичным клеем (склеивающий электрический пистолет с набором клеевых стержней).

Скальпели.

Шпатели.

Пинцеты анатомический и хирургический.

Бормашина с набором боров.

Пассатижи.

Мягкая металлическая проволока.

Щетки с мягкой и жесткой щетиной.

Тальк.

Средства защиты (перчатки латексные; маски; очки).

Салфетки марлевые (или бинты).

Вата.

*Определение пола, возраста, расового типа, признаков внешности,  
состояния зубочелюстной системы черепа*

Штатив Моллисона.

Скользкий циркуль (предел измерения – 0–160 мм; точность – 0,1 мм).

Штангенциркуль (предел измерения – 0–160 мм; точность – 0,1 мм).

Толстотный циркуль (предел измерения – 0–200 мм; точность – 0,1 мм).

Координатный циркуль (пределы измерения: горизонтальная шкала – 0–140 мм; вертикальная шкала – 0–40 и 40–0 мм; точность – 0,1 мм).

Измерительная лента.

Мандибулометр.

Гониометр (угломер).

Транспортир.

Чертежный циркуль-измеритель.

Лупы 2- и 4-кратного увеличения.

Микроскоп бинокулярный.

Справочные материалы (объекты краниологической коллекции; учебные и методические пособия; другие тематические материалы).

*Средства фиксации исследуемых объектов, выполнения идентификационного исследования изображений головы и черепа и иллюстрации экспертных выводов*

Штативы для черепа и камеры.

ПЭВМ.

Система ввода и обработки изображений.

Цифровая камера.

Сканер планшетный.

Принтер.

Основные программные продукты: специализированные или общие программы для компьютерного совмещения изображений; графический и текстовый редакторы.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (отношением) о назначении экспертного исследования. Осмотр, описание и фиксация упаковки объектов (целостность, состояние, наличие оттисков печатей и штампов, соответствующие пояснительные надписи и тексты).

2. Вскрытие упаковки; первичный осмотр поступивших костных останков, материалов на предполагаемого погибшего (умершего) и других объектов исследования. Проверка соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (отношении), а также соответствия требованиям, предъявляемым к объектам данного вида исследования (в случае несоответствия материалы возвращаются инициатору без исполнения).

3. Фотографирование представленных на исследование объектов (с масштабной линейкой).

4. Оценка состояния костных объектов (наличие наложений, загрязнений, запаха, инородных объектов, а также признаков ранее выполненных исследований). При необходимости – очистка черепа от наложений; обеззараживание; осветление.

5. Установление принадлежности представленных костных фрагментов и изолированных зубов исследуемому черепу. При наличии признаков ранее проведенной реставрации черепа – определение правильности установки костных фрагментов и зубов в соответствии с анатомо-морфологическим строением.

6. При фрагментации черепа – реставрация или реконструкция. Фотографирование реставрированного черепа.

7. Выявление повреждений черепа; при необходимости – их фотографирование (с масштабной линейкой);

описание повреждений в определенной последовательности: мозговой отдел, лицевой отдел, нижняя челюсть;

указание точной анатомической локализации, размеров, формы, направления плоскости повреждений; наличия лучей и трещин; наличия (либо отсутствия) костных отломков (со смещением, без смещения);

оценка характера краев повреждений для определения возможности установления прижизненности повреждений;

оценка влияния прижизненных повреждений на изменение внешнего облика;

оценка объема посмертных (либо возникших незадолго до смерти) повреждений; вывод о возможности проведения идентификационного исследования.

8. Размещение на черепе антропометрических точек, необходимых для выполнения расово-диагностических и полодиагностических измерений.

9. Определение половой принадлежности по черепу:

а) в соответствии с методикой определения пола по краниометрическим полодиагностическим признакам черепа [26, 27]:

краниометрические измерения;

оформление результатов краниометрических измерений в виде таблицы;

оценка результатов по таблице показателей диагностических размеров черепов [26, 27];

анализ показателей;

формирование вывода;

б) в соответствии с методикой краниоскопической диагностики пола человека [13]:

визуальное и тактильное исследование черепа;

оформление результатов исследования краниоскопических признаков в виде таблицы;  
оценка результатов по таблице основных качественных признаков человека, обладающих половым диморфизмом [13];  
анализ признаков и вычисление диагностического коэффициента;  
формирование вывода по значению диагностического коэффициента;

в) на основании результатов применения методик – формирование общего вывода о половой принадлежности по черепу<sup>1</sup>. Если установление половой принадлежности по черепу не представилось возможным, то на данном этапе исследования делается вывод, что пол неопознанного трупа условно совпадает с полом предполагаемого погибшего (умершего).

10. Определение расовой принадлежности по черепу в соответствии с методикой определения расы (большая европеоидная, большая монголоидная) по краниометрическим признакам черепа [11, 12]:

краниометрические измерения;

оформление результатов краниометрических измерений в виде таблицы;

оценка результатов по таблицам определения расы по черепу [11, 12];

анализ показателей;

формирование вывода; если установление расовой принадлежности по черепу не представилось возможным, то на данном этапе исследования делается вывод, что раса, установленная по черепу, условно совпадает с расой предполагаемого погибшего (умершего).

11. Составление краниологической характеристики черепа (особенности черепа на основании краниоскопических и краниометрических признаков с использованием таблиц абсолютных, относительных и угловых размеров мозговой коробки и лицевого скелета черепов лиц мужского и женского пола [2]):

общие признаки, характеризующие череп в целом (признаки патологии, аномалии развития и т.д.);

мозговой отдел;

лицевой отдел;

нижняя челюсть.

---

<sup>1</sup> При получении противоречивых результатов применения методик определения пола по черепу предпочтение отдается краниоскопической методике.

12. Выявление особенностей зубочелюстной системы<sup>1</sup>:

общее количество сохранившихся зубов (молочных и постоянных) на верхней и нижней челюстях;

описание каждого зуба верхней и нижней челюстей (морфологические особенности, аномалии, повреждения, признаки врачебного вмешательства и заболеваний);

описание состояния костной ткани альвеолярных частей на местах прижизненно удаленных зубов и состояния лунок зубов, утраченных посмертно (либо незадолго до смерти);

подробное описание пломб, коронок, протезов и т.д.;

описание расовых одонтологических признаков;

определение типа прикуса;

описание особенностей зубного ряда, заметных при жизни (разговоре и улыбке).

Составление зубной формулы (формулы Зигмонди или одного из вариантов международной классификации зубов) с расшифровкой примененных условных обозначений.

Фотографирование особенности зубочелюстной системы (при необходимости).

13. Определение возраста по черепу.

*Определение возраста по зубам:*

а) в соответствии со среднестатистическими данными о сроках прорезывания и анатомо-морфологическом строении зубов:

определение наличия молочных и постоянных зубов;

определение степени прорезывания молочных и постоянных зубов;

определение степени сформированности коронки и корня (корней) зубов;

формирование вывода;

б) в соответствии с методикой определения возраста по степени стертости жевательной поверхности зубов верхней челюсти [8]:

определение степени стертости (в баллах) зубов каждого класса;

формирование вывода;

в) в соответствии с методическими рекомендациями [36] по определению возраста по степени стертости жевательной поверхности зубов верхней и нижней челюстей с учетом особенностей прикуса:

---

<sup>1</sup> Если в представленных материалах на неопознанный труп имеются сведения о зубах, не сохранившихся на момент исследования, то эти данные включаются в исследование в виде цитаты с ссылкой на соответствующий документ.

определение степени стертости (в баллах) зубов каждого класса нижней челюсти;  
формирование вывода.

*Определение возраста по степени зарастания швов черепа:*

а) определение наличия основно-затылочного синостоза;  
формирование вывода;

б) в соответствии с методикой определения возраста по степени зарастания верхнечелюстных швов:

описательная характеристика зарастания швов;  
определение степени зарастания швов (в баллах);  
формирование вывода;

в) в соответствии с методикой определения возраста по степени зарастания швов внутренней и наружной поверхностей костей черепа [2]:

описательная характеристика зарастания швов свода черепа и их отдельных участков;  
определение степени зарастания швов (в баллах);  
формирование вывода;

г) выявление признаков нарушения сроков зарастания отдельных швов черепа или отдельных участков конкретного шва (если таковые имеются) [14];

д) на основании результатов применения методик – определение биологического возраста (в некотором возрастном интервале).

14. Установление признаков внешности по черепу и формирование словесного портрета погибшего (умершего) человека;

выявление групповых и индивидуализирующих признаков элементов внешности и их описание по системе словесного портрета [31];

выделение по черепу индивидуальных особенностей (в том числе признаков прижизненных повреждений, возникших задолго до наступления смерти);

оценка возможности влияния выявленных следов врачебных вмешательств и представленных на исследование имплантатов на изменение внешнего облика;

оценка идентификационной значимости каждого из выявленных признаков и их совокупности;

перечисление признаков внешности, выявить которые не представилось возможным.

15. Выявление общефизических данных (пол, возраст, раса) по материалам, представленным на предполагаемого погибшего (умершего).

16. Исследование медицинских и иных документов (включая рентгенограммы), представленных на предполагаемого погибшего (умершего), в целях выявления сведений идентификационного характера; анализ всех имеющихся сведений о заболеваниях зубов и врачебных вмешательствах, зубных формул, рентгеновских снимков зубов и их описаний; выявление индивидуальных особенностей стоматологического статуса;

составление зубной формулы на основании полученных данных; анализ имеющих идентификационную значимость сведений о перенесенных заболеваниях, травмах и врачебных вмешательствах; описание представленных рентгенограмм головы; выявление индивидуальных особенностей строения костей черепа, отразившихся на рентгенограммах.

17. Исследование изображений предполагаемого погибшего (умершего);

изучение представленных на исследование изображений и отбор наиболее пригодных для идентификационного исследования (по возможности – наиболее близкие по времени съемки к дате исчезновения предполагаемого погибшего (умершего) разноракурсные изображения: анфас, профиль, поворот 3/4 или близкие к ним положения головы);

исследование и описание носителей информации с изображениями предполагаемого погибшего (умершего);

изучение изображения головы предполагаемого погибшего (умершего);

выявление и описание признаков внешности методом словесного портрета, выделение индивидуальных особенностей.

18. Сравнение данных общего порядка: сведений о поле, возрасте и расе, выявленных по представленному черепу, с материалами на предполагаемого погибшего (умершего);

анализ совпадений и различий;

формирование промежуточного вывода.

19. Сравнительное исследование особенностей, установленных по черепу и выявленных из представленных медицинских документов на предполагаемого погибшего (умершего);

сравнение особенностей зубочелюстной системы, установленных по представленному черепу, с данными о стоматологическом статусе предполагаемого погибшего (умершего);

выявление совпадающих и различающихся признаков;

формирование промежуточного вывода;

сравнительное исследование особенностей, установленных по черепу, с выявленными из медицинских и иных документов (о перенесенных заболеваниях, травмах, оперативных вмешательствах);

выявление совпадающих и различающихся признаков;

формирование промежуточного вывода;

изготовление рентгенограмм черепа в проекциях, близких к представленным (при их наличии) прижизненным рентгенограммам головы предполагаемого погибшего (умершего);

сопоставление особенностей на рентгенограммах;

выявление совпадающих и различающихся признаков;

формирование промежуточного вывода.

20. Сравнительное исследование признаков внешности, установленных по исследуемому черепу и по прижизненным изображениям головы предполагаемого погибшего (умершего)<sup>1</sup>;

формирование таблицы сравниваемых признаков;

анализ совокупности совпадений и различий по групповым и индивидуализирующим признакам;

формирование промежуточного вывода.

21. Компьютерное совмещение изображений головы и черепа:

выполнение на черепе разметки, необходимой для идентификации, методом совмещения изображений (обозначение краниометрических точек и контуров; установка столбиков из пластилина, равных средне-статистическим толщинам мягких тканей в определенных краниометрических точках головы и лица);

компьютерное совмещение изображений головы предполагаемого погибшего (умершего) и черепа, представленного на исследование, с помощью специализированных программ;

---

<sup>1</sup> Сравнительное исследование проводится только между одноименными признаками, установленными по черепу неопознанного трупа и выявленными по изображениям головы предполагаемого погибшего (умершего). При наличии данных о проведенных операциях по изменению внешности учитывается возможность существенного различия ряда признаков.

оценка характера совпадений и различий;  
формирование промежуточного вывода.

22. Формирование общего вывода на основе промежуточных выводов.

23. Иллюстрация этапов экспертного исследования и его результатов в виде таблиц и изображений (в тексте экспертизы либо в приложениях):

общий вид представленных объектов при поступлении;  
изображения черепа (вид после реставрации или реконструкции; при необходимости – повреждения и особенности черепа);

общий вид изображений предполагаемого погибшего (умершего), отобранных для проведения идентификационного исследования;

изображения головы предполагаемого погибшего (умершего) с изображений, отобранных для проведения идентификационного исследования;

изображения черепа в размере и ракурсе, соответствующих размеру и ракурсу изображений головы предполагаемого погибшего (умершего);

совмещенные изображения головы и черепа;

изображения совмещенных контуров и константных точек головы и черепа.

Все изображения представляются в одном масштабе. Оптимальный размер изображения головы (по вертикали) – 8–10 см.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования экспертом формулируется окончательный вывод: положительный либо отрицательный, а также о невозможности решения вопроса. Положительный и отрицательный выводы могут быть сделаны в категорической или в предположительной (вероятной) форме.

Категорический положительный вывод возможен в том случае, когда в результате проведенного исследования выявлен устойчивый индивидуальный комплекс совпадающих признаков, свойственный конкретному индивиду, а выявленные различия являются несущественными и могут быть объяснены особенностями отображения признаков, их изменением с течением времени, повреждениями черепа, изменением стоматологического статуса после последних записей в медицинских документах и т.д.

*Пример.* Череп, представленный на исследование, принадлежал предполагаемому погибшему (умершему), материалы на которого представлены на исследование (гр-ну Н., 19... г. р.).

Категорический отрицательный вывод формулируется в том случае, когда в результате проведенного исследования выявлены устойчивые существенные различия признаков.

*Пример.* Череп, представленный на исследование, не принадлежал предполагаемому погибшему (умершему), материалы на которого представлены на исследование (гр-ну Н., 19... г. р.).

Предположительный (вероятный) положительный вывод возможен в том случае, когда совпадающие признаки не образуют индивидуальной совокупности, свойственной конкретному индивиду.

Основания для такого вывода могут возникнуть, например, когда установлены совпадения по общим и отдельным частным признакам, которые в совокупности не позволяют формулировать категорический положительный вывод, или если установлены совпадения только по общим признакам (в случае выявления только общих признаков).

*Пример.* Череп, представленный на исследование, вероятно (вероятнее всего), принадлежал предполагаемому погибшему (умершему), материалы на которого представлены на исследование (гр-ну Н., 19... г. р.).

Предположительный (вероятный) отрицательный вывод возможен в том случае, когда выявленные различия не дают оснований для формулирования вывода в категорической форме. Например, если выявленные различия недостаточно устойчивы, и если их идентификационная значимость невелика, то их объем незначителен и т.д.

*Пример.* Череп, представленный на исследование, вероятно (вероятнее всего), не принадлежал предполагаемому погибшему (умершему), материалы на которого представлены на исследование (гр-ну Н., 19... г. р.).

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в том случае, когда эксперт не может прийти к какому-либо определенному выводу ввиду несопоставимости признаков либо невозможности проведения сравнительного исследования.

*Пример.* Совокупность выявленных совпадающих и различающихся признаков, установленных по представленному на исследование черепу и по материалам на предполагаемого погибшего (умершего) гр-на Н., 19... г. р., не позволяет прийти к определенному выводу.

## Литература

1. *Абрамов С.С.* Компьютеризация сравнительных исследований в краниофациальной идентификации (Методология и практика): Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1997.
2. *Алексеев В.П., Дебец Г.Ф.* Краниометрия. Методика антропологических исследований. – М., 1964.
3. *Балуева Т.С., Веселовская Е.В., Лебединская Г.В.* Антропологическая реконструкция. – М., 1991.
4. *Балуева Т.С., Лебединская Г.В.* Методика исследований взаимосвязей между морфологическими признаками лица и их костной основой. Антропологическая реконструкция. – М., 1991. – С. 5–67.
5. *Бунак В.В.* Антропология. – М., 1941.
6. *Буров С.А., Резников Б.Д.* Рентгенология в судебной медицине. – Саратов, 1975.
7. *Виниченко И.Ф., Житников В.С., Зинин А.М., Овсянникова М.Н., Снетков В.А.* Криминалистическое описание внешности человека. – М., 1998.
8. *Герасимов М.М.* Восстановление лица по черепу. – М., 1955.
9. *Герасимов М.М.* Основы восстановления лица по черепу. – М., 1949.
10. *Звягин В.Н.* Диагностика возраста по швам черепа с помощью уравнений множественной полиномиальной регрессии // Суд. травматология и новые экспертные методы в борьбе с преступлениями против личности. Тезисы республиканской конференции. – Каунас, 1981.
11. *Звягин В.Н.* Диагностика расы и расового типа методом дискриминантного анализа. Тезисы республиканской конференции «Морфогенез клетки, тканей и организма». – М. – Вильнюс, 1980. – С. 55–57.
12. *Звягин В.Н.* Краниометрические комплексы и реконструкция черепа. Проблемы эволюционной морфологии человека и его рас. – М., 1986. – С. 84–92.
13. *Звягин В.Н.* Методика краниоскопической диагностики пола человека // Судебно-медицинская экспертиза. – № 3. – М., 1983. – С. 15–17.
14. *Звягин В.Н.* Об определении возраста взрослого человека по швам свода черепа. – М., 1975.

15. *Звягин В.Н.* Реставрация фрагментированного черепа при экспертизе фрагментированного черепа // Судебно-медицинская экспертиза. – № 2. – М., 2001.

16. *Зинин А.М., Буданов С.А., Черкашина И.И.* Словарь основных терминов судебно-портретной экспертизы. – М.: ЭКЦ МВД России, 2007.

17. *Зинин А.М.* Габитоскопия и портретная экспертиза. Курс лекций. – М., 2002.

18. *Зинин А.М., Подволоцкий И.Н.* Габитоскопия. – М., 2006.

19. *Зубов А.А.* Одонтология. Методика антропологических исследований. – М., 1968.

20. *Зубов А.А.* О расово-диагностическом значении некоторых одонтологических признаков. – М., 1968. – № 8.

21. *Коровянский О.П.* Диагностика половой принадлежности и формы лица индивидуума по нижней челюсти // Судебно-медицинская экспертиза. – № 3. – М., 1984. – С. 34–39.

22. *Косарева Л.В., Кузин В.М., Сливинская В.Э., Токарева Ю.А.* Идентификация личности методом компьютерного совмещения изображений головы и черепа. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

23. *Кузин В.М.* Способ компьютерного совмещения изображений головы и черепа с использованием графического редактора Adobe Photoshop // Экспертная практика. – № 58. – М.: ЭКЦ МВД России, 2005.

24. *Лебединская Г.В.* Реконструкция лица по черепу: Методическое руководство. – М., 1998.

25. Медико-криминалистическая идентификация. Настольная книга судебно-медицинского эксперта / Под ред. В.В. Томилина. – М., 2000.

26. *Пашкова В.И.* Очерки судебно-медицинской остеологии. Определение пола, возраста и роста по костям скелета человека. – М., 1963.

27. *Пашкова В.И., Резников Б.Д.* Судебно-медицинское отождествление личности по костным останкам. – Саратов, 1978.

28. Портретная экспертиза: Учебно-практическое пособие / Под ред. А.М. Зинина. – М., 2004.

29. *Рогинский Я.Я., Левин М.Г.* Антропология. – М., 1978.

30. *Савушкин А.В., Коровянский О.П. и др.* Медико-криминалистическое обеспечение получения идентификационной и розыскной

информации при установлении личности погибшего (умершего) по неопознанному трупу. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.

31. *Снетков В.А., Виниченко И.Ф., Житников В.С., Зинин А.М., Овсянникова М.Н.* Криминалистическое описание внешности человека. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1984.

32. *Снетков В.А., Зинин А.М., Виниченко И.Ф.* Типы и элементы внешности (ТЭВ). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1979.

33. *Снетков В.А., Зинин А.М., Виниченко И.Ф.* Частота встречаемости признаков элементов лица. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1972.

34. *Усачева Л.Л., Токарева Ю.А.* Восстановление внешнего облика по черепу. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010.

35. *Федосюткин Б.А.* Получение идентификационной и розыскной информации о личности погибшего (умершего). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.

36. *Чернявская З.П.* Возрастная стираемость зубов в зависимости от формы прикуса // Судебно-медицинская экспертиза. – № 4. – М., 1979.

37. *Takei T. et al.* The use of tooth attritions in age estimation. – Jap. Leg. J. – 1981. – Vol. 36. – No. 6.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ИЗМЕНЕННЫМ КИСТЯМ РУК НЕОПОЗНАННОГО ТРУПА В ЦЕЛЯХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ**

*С.Л. Казаковцев, С.Е. Лапшина, М.А. Уткин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Выявление, получение и фиксация идентификационной информации по измененным кистям рук неопознанного трупа в целях установления его личности.

### **Объекты исследования**

Кисти рук трупа; отчлененные пальцы рук трупа; отдельно представленный эпидермис («перчатки смерти»); фрагменты кожного покрова кистей рук трупа.

## **Вопрос, решаемый экспертизой**

Получить идентификационные признаки по объектам, представленным на исследование.

### **Сущность методики**

Оценка состояния объектов исследования, выявление индивидуальных особенностей исследуемых кистей (как возникших в результате особенностей развития, так и приобретенных вследствие заболеваний, травм, хирургических вмешательств, образа жизни, профессиональной деятельности и т.д.).

Выбор метода восстановления (усиления) идентифицирующих признаков.

Получение отпечатков пальцев рук и ладонных поверхностей и оценка их пригодности для дальнейшей идентификации личности неопознанного трупа.

### **Подзадачи**

#### ***1. Оценка пригодности объектов для исследования.***

*Объекты исследования.* Кисти рук трупа: отчлененные пальцы рук трупа или отдельно представленный эпидермис («перчатки смерти»); фрагменты кожного покрова кистей рук трупа.

*Принципы решения подзадачи.* Осмотр объектов на наличие идентификационной информации;

осмотр объектов на предмет состояния кожных покровов (эпидермиса или дермы), ногтевых фаланг и ладонных поверхностей кистей для оценки возможности дактилоскопирования.

#### ***2. Выявление особенностей объектов.***

*Объекты исследования.* Кисти или отчлененные пальцы рук трупа; фрагменты кожного покрова кистей; отдельно представленный эпидермис («перчатки смерти»).

*Принципы решения подзадачи.* Осмотр представленных объектов на наличие татуировок, шрамов, рубцов, ампутаций, особенностей анатомического строения, последствий оперативного вмешательства и др.

*2.1. Усиление и фиксация выявленных особенностей на представленных объектах.*

*Принципы решения подзадачи.* Усиление выявленных особенностей (татуировки, шрамы, рубцы и др.) путем осветления исследуемого объекта раствором перекиси водорода;

описание и фиксация (фото-, видеофиксация) выявленных особенностей.

### **3. Выбор специальных методов для получения качественных отпечатков пальцев и ладонных поверхностей в зависимости от состояния объектов.**

Встречаются следующие посмертные изменения кожи концевых фаланг пальцев рук:

подсыхание поверхностных слоев кожи с повышением ее плотности и образованием продольных складок;

гнилостное размягчение пальцев без нарушения целостности эпидермиса (пальцы более мягкие на ощупь, чем у живых лиц);

гнилостное размягчение с частичным отслоением эпидермиса (пальцы мягкие на ощупь, а гнилостные газы, скапливаясь в подкожной жировой клетчатке, растягивают кожу, образуя трупную эмфизему; эпидермис на отдельных участках отслаивается, образуя пузыри, заполненные серозно-кровянистым содержимым; при разрыве пузырей обнажается влажная буро-красная поверхность дермы);

размягчение эпидермального слоя кожи; эпидермис отсутствует полностью либо частично; иногда он сохранен, но отслаивается в виде «перчаток смерти»;

сильное высыхание мягких тканей (мумификация); пальцы очень плотные, сухие, уменьшены в объеме;

сапонификация (жировоск, омыление трупа), образующаяся при отсутствии доступа воздуха и повышенной влажности; при повышенном количестве влаги образуется складчатость кожи, т.е. кожа становится проницаемой для воды (следует учитывать, что в случае попадания такого трупа в другие условия, например, в более сухую среду, жировоск затвердевает и легко крошится).

*Объекты исследования.* Кисти; отчлененные пальцы рук трупа; отдельно представленный эпидермис («перчатки смерти»); фрагменты кожного покрова ладонной поверхности кисти.

**3.1. Получение отпечатков пальцев с эпидермиса при сильной складчатости.**

*Принцип решения подзадачи.* Отпечатки пальцев получают с эпидермиса после разминания ногтевых фаланг и расправления складок путем нагнетания жидкости в мягкие ткани.

*3.2. Получение отпечатков пальцев при частичном разрушении или частичном отслоении эпидермиса.*

*Принципы решения подзадачи.* Дактилоскопирование без применения специальных методик;

при невозможности получения качественных отпечатков с эпидермиса добиваются его полного отслоения;

после полного отслоения эпидермиса получают отпечатки с внутренней стороны эпидермиса (при условии его целостности) или с дермы;

изображения отпечатков, полученные с внутренней поверхности эпидермиса, инвертируют (т.е. делают негативными).

*3.3. Получение отпечатков пальцев и ладонных поверхностей при сильном разрушении или полном отсутствии эпидермиса.*

*Принцип решения подзадачи.* Отпечатки получают с дермы; для усиления рельефа папиллярных узоров дермы может быть проведена обработка объектов с использованием нагретых масел (необратимый процесс) или с использованием растворов уксусной кислоты (обратимый процесс).

*3.4. Получение отпечатков пальцев при мумификации кистей.*

*Принцип решения подзадачи.* Отпечатки получают с эпидермиса, используя способ замачивания объектов в теплой воде или в 10%-м растворе гипосульфита натрия с добавлением антибиотика цефалоспоринового ряда [2]; после замачивания проводится многократное нагнетание жидкости в мягкие ткани ногтевых фаланг с последующим их разминанием.

*3.5. Получение отпечатков пальцев, подвергшихся воздействию высокой и низкой температуры.*

*Принципы решения подзадачи.* При наличии пузырей (отслоений эпидермиса) поступают так же, как и при частичном отслоении эпидермиса;

если эпидермис достаточно хорошо сохранен, но стал хрупким и легко крошится, то отпечатки получают с эпидермиса после размягчения его в горячей воде или в касторовом масле;

если получить качественные отпечатки с эпидермиса не представилось возможным, то их получают непосредственно с дермы, предварительно отслоив эпидермис.

*3.6. Получение отпечатков пальцев при далеко зашедших гнилостных изменениях.*

*Принцип решения подзадачи.* При далеко зашедших гнилостных изменениях сосочки дермы практически полностью разрушаются; поверхность дермы становится плоской и получить отпечатки папиллярных узоров указанными выше способами становится невозможным; в этом случае отпечатки можно получить, применяя метод оптического контрастирования, который позволяет добиться оптического контраста папиллярного узора, достаточного для проведения идентификационных исследований [13].

В случае применения данного метода фиксируются папиллярные узоры самого пальца, а не его отпечатка, поэтому перед печатью полученные изображения отпечатков необходимо перевернуть зеркально.

*3.7. Получение отпечатков пальцев в состоянии сапонификации.*

*Принцип решения подзадачи.* Для получения отпечатков применяют способ обработки пальцев в растворе уксусной кислоты в высоких концентрациях (50–60%-й раствор); при этом происходят восстановление упругости мягких тканей и усиление рельефа папиллярных узоров, что дает возможность дактилоскопирования.

*3.8. Получение отпечатков с отдельно представленного эпидермиса («перчатки смерти») или его фрагментов.*

*Принцип решения подзадачи.* Получают отпечатки с внешней или с внутренней стороны эпидермиса; изображения отпечатков, полученные с внутренней поверхности эпидермиса, инвертируют (т.е. делают негативными).

*3.9. Получение отпечатков с ладонных поверхностей.*

*Принцип решения подзадачи.* Применяют те же специальные методы и способы, что и для дактилоскопирования пальцев рук; для нанесения отпечатков ладонных поверхностей на бумагу используют ровные либо выпуклые поверхности.

#### **4. Оценка пригодности полученных отпечатков.**

*Объекты исследования.* Отпечатки ладонных поверхностей и пальцев рук трупа.

*Принципы решения подзадачи.* Оценка пригодности отпечатков осуществляется визуально (обычно при 2–4-кратном увеличении; след должен быть четким, контрастным, равномерно окрашенным; на нем должны четко просматриваться изображения центра и дельт);

лучшие отпечатки наклеивают на соответствующие места бланка дактилоскопической карты.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Кисти рук человека как объект исследования обладают общими (анатомо-морфологическими) признаками и индивидуализирующими особенностями: рисунок папиллярных узоров, шрамы, ампутации, бороздки, татуировки, пороки развития и др.

Совокупность индивидуализирующих признаков, выявленных на представленных объектах, является индивидуальной и неповторимой, что способствует установлению личности погибшего.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Компьютер.

Принтер.

Сканер.

Цифровая камера.

Скальпели средние (длиной 15 см) – остроконечный и брюшистый.

Нож ампутационный малый.

Пинцеты средние – хирургический и анатомический.

Пинцеты глазные – хирургический и анатомический.

Языкодержатель для взрослых.

Ножницы медицинские.

Ножницы канцелярские для бумаги.

Лупы 2- и 4-кратные.

Дактилоскопическая подушка (пластинка для раскатывания краски).

Валик для раскатывания краски.

Резиновая пластинка (подложка под бумагу для дактилоскопирования).

Ложка дактилоскопическая.

Шприцы емкостью от 5 до 20 мл.

Иглы для инъекций.

Электроплитка с закрытой спиралью.

Стаканы стеклянные химические высокие емкостью 100–150 мл.

Термометр (ртутный или электронный) с верхним пределом измерения не менее 200 °С.

Емкости для обработки кистей (эксикатор и др.).

Бирки для маркировки пальцев (изготавливаются самостоятельно).

Штангенциркуль.

Мерный цилиндр.

Пипетка глазная стеклянная.

Кисть с мягким ворсом.

Масштабная линейка.

Спиртовка лабораторная.

Расходные материалы (ветошь (чистая светлая хлопчатобумажная ткань или марлевые салфетки); салфетки марлевые медицинские стерильные большие (45 × 29 см) и малые (16 × 14 см); бумага белая; средства для обезжиривания (этиловый эфир уксусной кислоты, ацетон и др.); перекись водорода; масло костное (или иное); уксусная кислота; спирт для спиртовки; краска типографская черная масляная; перчатки резиновые; тушь).

Средства защиты (комплект одноразовой защитной одежды (комбинезон, бахилы); очки; респиратор или маска и др.).

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (отношением) о назначении экспертного исследования. Осмотр и фиксация упаковки объектов, ее целостности и состояния; наличия на ней оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей и текстов. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (отношении) о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

2. Первичный осмотр поступивших объектов исследования (с соблюдением необходимых мер безопасности). Оценка пригодности объектов для получения идентификационной информации.

3. Описание поступивших объектов: количество, состояние, цвет, запах, наличие и целостность эпидермиса, состояние дермы при отсутствии эпидермиса.

4. Фотофиксация общего вида объектов после их изъятия из упаковки (фотографируются и ладонные, и тыльные поверхности кистей и обязательно с масштабной линейкой). Фотоснимки сопровождаются пояснительными надписями.

5. Изъятие подногтевого содержимого (при необходимости). Ногти срезаются с каждого пальца и упаковываются в бумажный конверт.

---

<sup>1</sup> В случае несоответствия объектов их перечню в постановлении (отношении) о назначении экспертизы осуществляется их прием либо отправка без исполнения в соответствии с порядком, установленным нормативно-правовыми актами, регламентирующими деятельность государственных судебных экспертных учреждений Российской Федерации.

6. Подготовка объектов к исследованию: объекты тщательно, но очень осторожно промываются водой с мылом для удаления загрязнений. Проведение осмотра на наличие индивидуальных особенностей (для выявления татуировок при необходимости применяется раствор перекиси водорода). Фиксация выявленных татуировок и иных индивидуальных особенностей (шрамов, ампутаций, бородавок, пороков развития и др.) двумя способами: описанием и фотографированием (при описании указываются точное местоположение выявленной особенности, ее размер, цвет, форма и др.; в описании ампутации указываются уровень ампутации и характер поверхности по линии отчленения).

7. Дактилоскопирование подготовленных кистей, отдельно представленных пальцев, фрагментов эпидермиса или «перчаток смерти» (обычными способами без применения специальных методик)<sup>1</sup>.

8. Описание использованных методов обработки объектов и способы получения отпечатков.

9. Изучение полученных отпечатков и оценка их пригодности. Выбор лучших отпечатков каждого пальца. Заполнение бланка дактилоскопических карт (наклеивание и нумерация лучших отпечатков каждого пальца в необходимое количество дактилоскопических карт); указание поверхности получения отпечатка (с эпидермиса или с дермы)<sup>2</sup>. Описание всех действий в тексте исследования.

10. Формулирование выводов (коротких конкретных ответов на все вопросы, поставленные перед экспертом; если ответ на вопрос дублирует какой-либо вывод из исследовательской части, то он может быть сформулирован в виде ссылки на исследовательскую часть заключения эксперта).

11. Иллюстрация этапов исследования и размещение в тексте исследования или в приложении (фототаблице).

---

<sup>1</sup> Если получить отпечатки обычными способами не представляется возможным и необходимо применить специальный метод, то он выбирается в зависимости от состояния кистей.

<sup>2</sup> В случае использования методов оптического контрастирования или получения отпечатков с внутренней поверхности эпидермиса в дактилоскопическую карту помещаются инвертированные изображения папиллярных узоров.

## Формулирование выводов эксперта

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический отрицательный вывод формулируется в случае полного отсутствия идентификационных признаков или невозможности их выявить с использованием специальных методов.

*Пример.* В результате исследования идентификационных признаков на представленных объектах не выявлено.

Категорический положительный вывод формулируется в случае выявления и фиксации хотя бы одного идентификационного признака.

*Пример.* В результате исследования выявлены, получены и зафиксированы следующие идентификационные признаки:

- 1) татуировка, расположенная на тыльной поверхности правой кисти;
- 2) ампутация ногтевой фаланги второго пальца правой кисти;
- 3) отпечатки 1, 3, 5 пальцев правой кисти (с дермы) и отпечатки 1, 2, 3, 4 пальцев левой кисти (с эпидермиса), а также отпечаток фрагмента ладонной поверхности левой кисти (с эпидермиса).

## Литература

1. Анатомический атлас человеческого тела. – Т. 3 / Под ред. Ф. Кишш и Я. Сентаготаи. 48-е изд. – Будапешт, 1973.

2. *Валетов Д.А.* Организация медико-криминалистического обеспечения установления личности граждан по неопознанным трупам // Экспертная практика. – № 46. – М.: ЭКЦ МВД России, 1999.

3. Дактилоскопирование рук неопознанных трупов при повреждении или разрушении эпидермиса пальцев / М.В. Кисин. – М.: ВНИИ МВД РСФСР, 1961.

4. *Дубягин Ю.П.* Руководство по розыску и расследованию неочевидных убийств. – М., 1997.

5. *Зайцева О.О.* Применение азидных производных в консервации биологического материала: Автореферат дис. ... на соискание ученой степени канд. мед. наук. – Волгоград, 2007.

6. *Ивашков В.А.* Особенности составления заключения эксперта при выполнении дактилоскопических экспертиз. – М.: ЭКЦ МВД России, 1999.

7. *Кисин М.В.* Дактилоскопирование трупов, подвергшихся воздействию высокой температуры. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1964. – С. 30–36.

8. *Кисин М.В.* Об особенностях отпечатков сосочкового слоя дермы. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1964. – С. 42–49.

9. *Кузин В.М., Лапина С.Е., Куликов А.Ю., Уткин М.А.* Дактилоскопирование гнилостно измененных трупов. – М.: ЭКЦ МВД России, 2012.

10. Приказ МВД России от 29 июня 2005 г. № 511 «Вопросы организации производства судебных экспертиз в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел Российской Федерации».

11. *Ратневский А.А.* К восстановлению прижизненного облика головы гнилостно измененных трупов // Судебно-медицинская экспертиза. – № 1. – М., 1977. – С. 51–53.

12. *Самищенко С.С.* Современная дактилоскопия: проблемы и тенденции развития. – М.: Академия управления МВД России, 2002.

13. *Станиславский Л.В.* Выявление папиллярных узоров на пальцах мацерированных трупов методом оптического контрастирования // Труды ВНИИ МВД СССР. – № 9. – М., 1965. – С. 44–49.

14. *Федосюткин Б.А.* Медицинская криминалистика. – Ростов-на-Дону, 2008.

# **НАЛОГОВАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИСЧИСЛЕНИЯ НАЛОГА НА ДОБАВЛЕННУЮ СТОИМОСТЬ И НАЛОГА НА ПРИБЫЛЬ ОРГАНИЗАЦИЙ**

*Э.Ф. Мусин, Р.С. Мелешев, С.В. Ефимов*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление соответствия порядка исчисления налога на прибыль организаций (далее – налог на прибыль) и налога на добавленную стоимость (далее – НДС), реализованного налогоплательщиком, положениям НК РФ; определение размера неисчисленных сумм налога на прибыль и НДС.

### **Объекты исследования**

Материальные носители информации о характеристиках объектов налогообложения, об обстоятельствах исполнения обязательств по исчислению налогов и сборов:

- первичные учетные и иные первичные документы;
- регистры налогового и бухгалтерского учета;
- налоговые декларации;
- бухгалтерская отчетность;
- черновые записи и протоколы допросов участников судопроизводства<sup>1</sup>.

Перечень конкретных документов, необходимых эксперту для проведения экспертного исследования, зависит от поставленных вопросов.

### **Вопросы, решаемые экспертизой<sup>2</sup>**

Возник ли у организации Р. объект налогообложения по налогу на прибыль и/или НДС в результате совершения операций ... (идентификационные признаки операций) / исполнения своих обязательств по

---

<sup>1</sup> Используются экспертом только в случае специального указания на это следователем при назначении экспертизы.

<sup>2</sup> Вопросы, не подлежащие разрешению в рамках экспертизы, содержатся в приложении.

договору ... (идентификационные признаки договора)? Если возник, то как это повлияло на размер исчисленных организацией Р. налога на прибыль и/или НДС за 2011 г.?

Отражены ли в налоговом учете организации Л. операции ... (идентификационные признаки операций)? Если не отражены, то как это повлияло на размер исчисленных организацией Л. НДС и налога на прибыль за 2011 г.?

Как повлияло на исчисление организацией Т. за 2010 г. налога на прибыль и/или НДС неотражение выручки от реализации древесины, осуществленной во исполнение договора № 01/2010 от 20.01.2010 г., заключенного между организацией Т. и организацией В.?

Как повлияло на исчисление налога на прибыль, подлежащего уплате в бюджет организации за 2010 г., отражение затрат в налоговом учете по операциям с организацией Р. и организацией В. при условии, что данные операции признаны следствием фиктивными?

Как повлияло на исчисление НДС, подлежащего уплате в бюджет организации П. за 2010 г., применение налоговых вычетов по операциям, осуществленным во исполнение договора № 01/2010 от 20.01.2010 г., заключенного между организацией П. и организацией В., при условии что эти операции признаны следствием фиктивными?

Какова сумма НДС, не исчисленная организацией Г. при выставлении счетов-фактур с выделением сумм налога по операциям реализации товаров (работ, услуг) по договорам с организацией Р. и организацией В.?

### **Сущность методики**

Порядок исчисления НДС устанавливается гл. 21 НК РФ и в общем виде заключается в расчете НДС, подлежащего уплате в бюджет, как разницы между НДС с реализации товаров (работ, услуг), определяемого путем умножения налоговой базы на ставку налога, и НДС, выставленного налогоплательщику поставщиком при приобретении товара (работ, услуг), который представляет собой налоговый вычет по НДС.

Таким образом, можно выделить два основных способа уклонения от уплаты НДС:

- 1) путем занижения налоговой базы налога;
- 2) путем завышения налоговых вычетов по НДС.

В первом случае осуществляется сокрытие объекта налогообложения – факта реализации товаров (работ, услуг), не отражается (не

в полной мере отражается) выручка от реализации в учете (например, по товарообменным операциям, при наличной форме оплаты, при переводе выручки на счета третьих лиц и т.д.). Разновидностью этого способа может служить «лжекомиссия», когда реальный собственник товара выдает себя за комиссионера и реализует товар якобы от имени комитента (в действительности – фирмы-«однодневки»); при этом налоговой базой по НДС выступает не вся стоимость товара, а лишь комиссионное вознаграждение.

Неотражение выручки от реализации товаров (работ, услуг) ведет к неисчислению налоговой базы по НДС и общей суммы налога, а в конечном итоге – суммы НДС, подлежащей уплате в бюджет.

Частным случаем этого способа выступает полное неисчисление налога, когда налогоплательщик не подает налоговую декларацию по НДС. При этом налогоплательщик не исчисляет не только налоговую базу, но и налоговые вычеты, которые он имел бы право применить. Такие действия требуют от эксперта, помимо определения налоговой базы и соответствующей суммы НДС, также исследования обстоятельств приобретения товаров (работ, услуг) и возможности применения налогоплательщиком налоговых вычетов.

При втором способе уклонения от уплаты НДС фальсифицируются документы, подтверждающие приобретение товаров (работ, услуг): договор на приобретение (поставку); накладные; счета-фактуры; платежные поручения; иные первичные учетные документы, подтверждающие отгрузку и оплату товара. Далее вносятся соответствующие сведения в регистры бухгалтерского и налогового учета, в связи с чем искаженные сведения о якобы совершенных операциях приобретения товаров (работ, услуг) находят отражение в итоговых показателях, переносимых в бухгалтерскую и налоговую отчетность.

Еще один способ уклонения от уплаты НДС связан с тем, что налоговым законодательством предусмотрена возможность неплательщикам НДС выставить налог в счетах-фактурах при продаже товаров (работ, услуг) (п. 5 ст. 173 НК РФ) для того, чтобы покупатель этот НДС включил в вычеты. В этом случае продавец – неплательщик НДС, выделивший НДС в счете-фактуре, должен эту сумму заплатить в бюджет.

Следовательно, указанный способ уклонения от уплаты НДС заключается в неисчислении НДС, который подлежит уплате в бюджет в связи с выделением его в счетах-фактурах хозяйствующим субъек-

том, когда он не обязан был его выделять: при реализации товаров, не подлежащих налогообложению НДС; плательщиками единого налога на вмененный доход; плательщиками налога, уплачиваемого в связи с применением упрощенной системы налогообложения, и т.д.

Порядок исчисления налога на прибыль, установленный гл. 25 НК РФ, предполагает определение прибыли как разницы между доходами, полученными налогоплательщиком в налоговом периоде, и расходами, понесенными им в связи с осуществлением деятельности, направленной на извлечение дохода. Полученная таким образом налоговая база умножается на ставку налога.

В связи с этим можно выделить два основных способа уклонения от уплаты налога на прибыль:

- 1) путем занижения доходной части налоговой базы;
- 2) путем завышения расходной части.

Конкретные проявления перечисленных способов на практике весьма разнообразны, однако в целом сводятся к описанным способам уклонения от уплаты НДС и налога на прибыль.

Таким образом, на разрешение налоговой экспертизы при расследовании уклонения от уплаты НДС и налога на прибыль ставятся пять типовых экспертных задач.

1. Определение суммы неисчисленного НДС, подлежащего уплате исследуемым лицом в бюджет в конкретный исследуемый период, в результате формирования налоговой базы по НДС не в соответствии с законодательством о налогах и сборах (занижения налоговой базы по НДС).

2. Определение суммы неисчисленного НДС, подлежащего уплате исследуемым лицом в бюджет в конкретный исследуемый период, в результате применения налоговых вычетов по НДС не в соответствии с законодательством о налогах и сборах (завышения налоговых вычетов по НДС).

3. Определение суммы неисчисленного НДС, подлежащего уплате исследуемым лицом в бюджет в конкретный исследуемый период в связи с выставлением счетов-фактур с выделением в них сумм НДС, когда такое выделение необязательно.

4. Определение суммы неисчисленного налога на прибыль, подлежащего уплате исследуемым лицом в бюджет в конкретный исследуемый период, в результате формирования налоговой базы по налогу не в соответствии с налоговым законодательством путем занижения доходов исследуемого лица.

5. Определение суммы неисчисленного налога на прибыль, подлежащего уплате исследуемым лицом в бюджет в конкретный исследуемый период, в результате формирования налоговой базы по налогу не в соответствии с налоговым законодательством путем завышения расходов исследуемого лица.

В зависимости от обстоятельств совершения налоговых преступлений (уклонение более чем одним способом и одновременно от двух налогов) возможно объединение экспертных задач.

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Налог на прибыль и налог на добавленную стоимость: занижение доходов и налоговой базы***

##### *Объекты исследования*

Налоговые декларации по налогу на прибыль и/или по НДС.

Налоговые регистры<sup>1</sup> по налогу на прибыль (доходы от реализации, внереализационные доходы) и/или НДС (книга продаж).

Приказы (положения) об учетной политике и/или учетной политике в целях налогообложения.

Документы, характеризующие фактическое получение исследуемым лицом выручки от реализации товаров (работ, услуг)<sup>2</sup> и внереализационных доходов<sup>3</sup>:

первичные учетные документы исследуемого лица, не нашедшие отражения в учете (приходный кассовый ордер, накладная, счет-фактура, акты приемки-передачи товара, выполненных работ, оказанных услуг и др.);

иные первичные документы, содержащие сведения о финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица (договоры, свидетельствующие о возможных операциях, не нашедших отражения в учете; финансовая корреспонденция, например, требующая перечислить выручку на счет третьего лица – кредитора исследуемого лица)<sup>4</sup>;

---

<sup>1</sup> При отсутствии налоговых регистров либо недостаточности сведений из них, если в учетной политике предприятия указано на соответствие налогового и бухгалтерского учетов, допускается использовать данные бухгалтерского учета.

<sup>2</sup> Для расчета НДС и/или налога на прибыль.

<sup>3</sup> Для расчета налога на прибыль.

<sup>4</sup> Требуют подтверждения другими документами, так как сами по себе отражают не факт совершения операции, а лишь ее возможность.

первичные учетные документы контрагентов – вторые экземпляры документов, отражающих операции с исследуемым лицом;

регистры учета контрагента, содержащие данные из первичных документов – вторых экземпляров, отражающих операции с исследуемым лицом (например, книга покупок контрагента);

банковская выписка по лицевому счету;

черновые записи (неофициальный учет)<sup>1</sup>;

протоколы допроса директора, главного бухгалтера и иных лиц, разъясняющих или опровергающих сведения официального учета<sup>1</sup>.

### *Действия эксперта*

1. Ознакомление с объектами исследования, предоставленными в распоряжение эксперта; выделение идентификационных признаков документов, содержащих сведения о финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица; их описание (во вводной части заключения) с указанием местоположения в материалах уголовного дела.

2. Определение достаточности представленных документов для проведения исследования и дачи категоричных выводов. Определение полноты представления документов, отражающих доходы, путем взаимного сопоставления регистров учета исследуемого лица и документов, характеризующих фактическое получение выручки или иного дохода (банковская выписка; первичные документы, не отраженные в учете; наличие ссылки на отсутствующие договоры и т.д.).

Направление ходатайства о предоставлении дополнительных документов, необходимых для производства экспертизы. Если по результатам удовлетворенного ходатайства документов, отражающих доходы налогоплательщика, будет недостаточно, эксперт тем не менее проводит исследование и определяет минимальную сумму неисчисленного налога на прибыль и/или НДС. При этом вывод эксперта будет содержать формулировку «не менее ...», поскольку существуют не предоставленные в распоряжение эксперта дополнительные документы, отражающие доходы, которые могут увеличить сумму неисчисленного налога. Такой вывод дается в пользу налогоплательщика и по своей сути категоричен.

Если налогоплательщик уклоняется от уплаты налогов путем неподачи налоговой декларации по НДС и/или налогу на прибыль и полно-

---

<sup>1</sup> Используются экспертом только в случае специального указания на это следователем при назначении экспертизы.

стью не исчисляет указанные налоги, то эксперту необходимо оценить полноту представленных документов, отражающих также расходы исследуемого лица, в том числе по приобретению товаров (работ, услуг). Она определяется путем взаимного сопоставления регистров учета и документов, характеризующих фактическое осуществление затрат (банковская выписка; первичные документы, не отраженные в учете; наличие ссылки на отсутствующие договоры и др.). Однако в случае отсутствия документов, отражающих расходы, о которых в материалах уголовного дела имеется упоминание, и их непредставления по ходатайству, эксперт не сможет провести исследование по расходной части налоговой базы. Вывод эксперта в таких обстоятельствах не может быть сделан («ответить на вопрос не представляется возможным»).

В случае отсутствия счетов-фактур налоговые вычеты по НДС можно принять к расчету по иным документам, которые подтверждают факт приобретения товаров (работ, услуг) и выставления соответствующего НДС. При этом необходимо четко отследить момент принятия суммы НДС к вычету и корректно отнести их к соответствующему налоговому периоду.

3. Определение экономического содержания хозяйственных операций, сведения о которых содержатся в представленных материалах; определение показателей исследуемой финансово-хозяйственной деятельности, являющихся объектом налогообложения и приводящих к формированию налоговой базы по налогу на прибыль и НДС.

4. Определение в пределах компетенции эксперта обязанностей исследуемого лица по выполнению положений налогового законодательства по исчислению НДС и налога на прибыль, основанное на механизме расчета этих налогов, закрепленном в гл. 21 и 25 НК РФ (построение «правовой модели» идеального поведения налогоплательщика по выполнению своих налоговых обязанностей исходя из норм налогового законодательства).

4.1. Механизм исчисления НДС, подлежащего уплате в бюджет.

Статьей 146 НК РФ установлено, что объектом налогообложения признаются следующие операции:

1) реализация товаров (работ, услуг) на территории России, в том числе реализация предметов залога и передача товаров (результатов выполненных работ, оказания услуг) по соглашению о предоставлении отступного или новации, а также передача имущественных прав; при этом передача права собственности на товары (результаты выпол-

ненных работ, оказанные услуги) на безвозмездной основе признается реализацией товаров (работ, услуг);

2) передача на территории России товаров (выполнение работ, оказание услуг) для собственных нужд, расходы на которые не принимаются к вычету (в том числе через амортизационные отчисления) при исчислении налога на прибыль организаций;

3) выполнение строительно-монтажных работ для собственного потребления;

4) ввоз товаров на таможенную территорию России.

Согласно ст. 153 и 154 НК РФ при определении налоговой базы выручка от реализации товаров (работ, услуг) и передачи имущественных прав определяется исходя из всех доходов налогоплательщика, связанных с расчетами по оплате указанных товаров (работ, услуг), и имущественных прав, полученных им в денежной и/или натуральной формах, включая оплату ценными бумагами.

Налоговая база при реализации налогоплательщиком товаров (работ, услуг), если иное не предусмотрено ст. 154 НК РФ, определяется как стоимость этих товаров (работ, услуг), исчисленная исходя из цен, определяемых в соответствии со ст. 40 НК РФ, с учетом акцизов (для подакцизных товаров) и без включения в них налога.

Сумма НДС, подлежащая исчислению (ст. 166 НК РФ), определяется как соответствующая налоговой ставке процентная доля налоговой базы.

Налоговый период для НДС устанавливается как квартал.

Согласно ст. 164 НК РФ установлены налоговые ставки по НДС, равные 0, 10 и 18 %, а также 10/110 и 18/118 % для определения НДС расчетным методом.

В соответствии с п. 1 ст. 171 НК РФ налогоплательщик имеет право уменьшить общую сумму НДС, исчисленную к уплате, на установленные этой статьей налоговые вычеты. При этом вычетам подлежат, в частности, суммы налога, предъявленные налогоплательщику при приобретении товаров (работ, услуг) для осуществления операций, признаваемых объектами налогообложения, а также товаров, приобретаемых для перепродажи (п. 2 ст. 171 НК РФ).

Налоговые вычеты производятся на основании счетов-фактур, выставленных продавцами при приобретении налогоплательщиком товаров (работ, услуг), а также иных документов в случаях, предусмотренных ст. 171 НК РФ.

Согласно ст. 173 НК РФ сумма НДС, подлежащая уплате в бюджет, исчисляется по итогам каждого налогового периода как уменьшенная на сумму налоговых вычетов, предусмотренных ст. 171 НК РФ, общая сумма налога, исчисляемая в соответствии со ст. 166 НК РФ и увеличенная на сумму восстановленного налога.

4.2. Механизм исчисления налога на прибыль, подлежащего уплате в бюджет.

Объектом налогообложения по налогу на прибыль признается прибыль, полученная налогоплательщиком.

В соответствии с п. 1 ст. 247 НК РФ прибылью российских организаций признаются полученные доходы, уменьшенные на величину произведенных расходов. Согласно ст. 248 НК РФ к доходам относятся доходы от реализации товаров (работ, услуг) и имущественных прав, а также внереализационные доходы.

В соответствии со ст. 249 НК РФ доходом от реализации признаются выручка от реализации товаров (работ, услуг) как собственного производства, так и ранее приобретенных, а также выручка от реализации имущественных прав. При этом выручка определяется исходя из всех поступлений, связанных с расчетами за реализованные товары (работы, услуги) или имущественные права, выраженные в денежной и/или натуральной формах. Состав внереализационных доходов устанавливается ст. 250 НК РФ.

Согласно п. 1 ст. 252 НК РФ расходами признаются обоснованные и документально подтвержденные затраты (а в случаях, предусмотренных ст. 256 НК РФ, убытки), осуществленные (понесенные) налогоплательщиком.

Расходы в зависимости от их характера, а также условий осуществления и направлений деятельности налогоплательщика подразделяются на расходы, связанные с производством и реализацией, и внереализационные расходы.

Согласно ст. 274 НК РФ налоговой базой признается денежное выражение подлежащей налогообложению прибыли, которая определяется в соответствии со ст. 247 НК РФ. При этом прибыль, подлежащая налогообложению, определяется нарастающим итогом с начала налогового периода. Если в отчетном (налоговом) периоде налогоплательщиком получен убыток (отрицательная разница между доходами и расходами, учитываемыми в целях налогообложения), то в данном отчетном (налоговом) периоде налоговая база признается равной нулю.

Налоговым периодом по налогу на прибыль признается календарный год.

Согласно ст. 284 НК РФ налоговая ставка по налогу на прибыль устанавливается в размере 20 %; при этом сумма налога, исчисленная по налоговой ставке, в размере 2 % зачисляется в федеральный бюджет, а в размере 18 % – в бюджеты субъекта Российской Федерации. Кроме того, для отдельных видов доходов ст. 284 НК РФ устанавливается дополнительный ряд ставок налога: 0; 9; 10 и 15 %.

5. Установление фактического выполнения исследуемым лицом положений налогового законодательства по исчислению НДС и/или налога на прибыль осуществляется путем извлечения из налоговых деклараций сведений о суммах НДС и/или налога на прибыль, исчисленных исследуемым лицом к уплате в бюджет за исследуемый период.

6. Сопоставление сумм НДС и/или налога на прибыль, которые налогоплательщик должен был исчислить к уплате в бюджет, с суммами, которые он исчислил и отразил в декларации (результатов, полученных экспертом на этапах 4 и 5). Полученная таким образом величина представляет собой сумму неисчисленного НДС и/или налога на прибыль – размер влияния, которое оказало на исчисление налога неотражение отдельных операций, формирование налоговой базы не в соответствии с налоговым законодательством или иные действия, указанные в вопросах, поставленных на разрешение эксперта.

Важный этап методики производства налоговой экспертизы – сопоставление показателей налоговой декларации с данными регистров, на основе которых она заполнялась. Возможны случаи несоответствия этих показателей, и эксперту следует предпринять все возможные способы, предоставленные уголовно-процессуальным законодательством, чтобы установить причину наличия таких несоответствий и устранить их. Если установить причину не удалось, то эксперт проводит исследование с учетом следующего:

сумма доходов (НДС с налоговой базы) по декларации меньше суммы доходов (НДС с налоговой базы) по регистрам – исследуемым лицом помимо тех действий, которые описаны в экспертной задаче как повлекшие неисчисление налога на прибыль и/или НДС, не перенесена часть дохода (НДС) из регистра в декларацию, что является

нарушением налогового законодательства (на это обстоятельство эксперт должен указать в исследовательской части заключения, поскольку итоговая сумма неисчисленного налога будет включать в себя сумму налога, не исчисленного в результате данного нарушения; указанная сумма равна произведению ставки налога на величину превышения доходов по регистрам над доходами по декларации);

сумма доходов (НДС с налоговой базы) по декларации больше суммы доходов (НДС с налоговой базы) по регистрам – исследуемым лицом включены в декларацию «лишние» доходы (НДС), не отраженные в регистрах (эксперт, сопоставляя налоговые обязанности исследуемого лица с их фактическим выполнением, корректирует налоговую декларацию на показатели, установленные в ходе исследования; сумма неисчисленного налога, полученного по результатам исследования, очищена от суммы налога, излишне исчисленного налогоплательщиком; при проведении исследования учтена возможность того, что в качестве «лишних» в декларацию включены доходы (НДС с налоговой базы), не отраженные в регистрах).

***Налог на прибыль и налог на добавленную стоимость:  
завышение расходов и налоговых вычетов***

*Объекты исследования*

1. Налоговые декларации по налогу на прибыль и/или по НДС.
2. Налоговые регистры по налогу на прибыль (расходы, учитываемые при исчислении налога, уменьшающие налоговую базу по налогу на прибыль) и/или НДС (книга покупок). При отсутствии налоговых регистров либо недостаточности сведений из них, в случае если в учетной политике предприятия указано на соответствие налогового и бухгалтерского учетов, допускается использовать данные бухгалтерского учета.
3. Документы, характеризующие фактическое осуществление затрат или приобретение товаров (работ, услуг) с НДС.

*Действия эксперта*

Действия эксперта при производстве налоговой экспертизы по делам об уклонении от уплаты налогов за счет завышения затрат и налоговых вычетов по НДС в общем случае совпадают с общей последовательностью действий эксперта при производстве налоговой

экспертизы; в то же время этот вопрос в части НДС может быть решен следующими действиями<sup>1</sup>.

1. Извлечение из книги покупок информации о суммах НДС, выставленных налогоплательщику по фиктивным операциям (определение суммы «фиктивных» налоговых вычетов).

2. Сопоставление итогов книг покупок с налоговыми декларациями по НДС (раздел «Налоговые вычеты»).

2.1. При соответствии итогов книг покупок и налоговых деклараций сумма НДС, не исчисленная налогоплательщиком в результате применения «фиктивных» налоговых вычетов, равна сумме этих «фиктивных» налоговых вычетов по НДС (установленных экспертом на 1 этапе).

2.2. При несоответствии итогов книг покупок и налоговых деклараций возможны три случая:

1) общая сумма НДС по книге покупок меньше, чем сумма налоговых вычетов по декларации, – это свидетельствует о том, что все суммы НДС, указанные в книге покупок, нашли отражение в декларации, т.е. и НДС по фиктивным операциям были заявлены как налоговые вычеты;

2) общая сумма НДС по книге покупок превышает сумму налоговых вычетов по декларации – эксперт не может с полной уверенностью утверждать, что все «фиктивные» налоговые вычеты вошли в декларацию; если допросом главного бухгалтера и/или корреспонденцией счетов 19 и 68 бухгалтерского учета нельзя устранить причины этого превышения, то следует воспользоваться «арифметическим» способом – определить числовое значение превышения, т.е. определить величину несоответствия НДС по книге покупок и по декларации, а затем сумму «фиктивных» налоговых вычетов скорректировать на указанную величину; в результате определяется минимально возможная сумма «фиктивных» налоговых вычетов по НДС, которая со 100%-й вероятностью нашла отражение в декларации (иными словами, сумма неисчисленного НДС составляет сумму, не менее суммы «фиктивных» налоговых вычетов за минусом превышения НДС по книге покупок над декларацией; формула такого расчета выглядит следующим образом:

---

<sup>1</sup> Такие действия могут быть осуществлены и при расчете суммы неисчисленного налога на прибыль в случае, если по налоговой декларации налогоплательщиком в исследуемом периоде не был получен убыток и сумма исчисленного им налога не составила 0 руб.

$$\text{НДС}_{\text{н.и.}} = \text{НДС}_{\text{ф.}} - (\text{НДС}_{\text{к.п.}} - \text{НВ}_{\text{д.}}),$$

где  $\text{НДС}_{\text{н.и.}}$  – НДС неисчисленный;

$\text{НДС}_{\text{ф.}}$  – НДС с фиктивных операций по книге покупок;

$\text{НДС}_{\text{к.п.}}$  – итоговый НДС по книге покупок;

$\text{НВ}_{\text{д.}}$  – налоговый вычет по НДС по декларации;

3) общая сумма НДС по книге покупок превышает сумму налоговых вычетов по декларации, но величина превышения больше, чем сумма «фиктивных» налоговых вычетов, – эксперт не может с полной уверенностью утверждать, что «фиктивные» налоговые вычеты вошли в декларацию даже в минимальном размере; в этом случае эксперту не представляется возможным ответить на вопрос.

Фиктивность операций по приобретению товаров (работ, услуг) не означает полного отсутствия финансово-хозяйственной деятельности в части закупки товаров (работ, услуг) и осуществления каких-либо других расходов, связанных с этими операциями. На экспертизу должны быть представлены сведения о фактических обстоятельствах приобретения товаров, осуществления работ, оказания услуг.

В связи с тем что предоставление документов, характеризующих фактическое осуществление затрат по налогу на прибыль, зачастую является крайне затруднительным, во избежание получения акта о невозможности дачи заключения по налогу на прибыль следователи ограничивают экспертную задачу исчислением НДС.

Товары в действительности могли приобретаться у населения или иных неплательщиков НДС либо по заниженной стоимости. Работы могли быть осуществлены собственными силами либо неплательщиками НДС из материалов заказчика; материалы, потребленные в ходе выполнения работ, могли быть «переданы» налогоплательщиком в собственность «фиктивных» подрядчиков. Каждый из этих случаев подразумевает разные налоговые последствия по НДС, которые необходимо учитывать эксперту при производстве налоговой экспертизы, а следователю – при постановке экспертной задачи и предоставлении объектов исследования. Так, в случае осуществления «фиктивных» работ эксперту необходимо помимо прочего исследовать акты выполнения работ подрядчиками, где указана стоимость израсходованных материалов, чтобы НДС по этим материалам принять к вычету, на который исследуемое лицо имело бы право в случае осуществления законной деятельности.

***Налог на добавленную стоимость:  
уклонение от уплаты сумм НДС, выделенных  
в счетах-фактурах, когда такое выделение необязательно***

В соответствии с п. 5 ст. 173 НК РФ в случае выставления покупателю счета-фактуры с выделением суммы НДС лицами, не являющимися налогоплательщиками или являющимися налогоплательщиками, освобожденными от исполнения обязанностей налогоплательщика, связанных с исчислением и уплатой налога, а также налогоплательщиками при реализации товаров (работ, услуг), операции по реализации которых не подлежат налогообложению, указанные лица обязаны исчислить сумму НДС к уплате в бюджет.

Поскольку в ст. 173 НК РФ (п. 5) отражено, что сумма налога, подлежащая уплате в бюджет, определяется как сумма налога, указанная в соответствующем счете-фактуре, переданном покупателю товаров (работ, услуг), для производства экспертизы требуются следующие документы:

- счета-фактуры с выделенными суммами НДС;
- налоговая декларация по НДС.

Иные документы, содержащие сведения о суммах НДС, якобы выставленных покупателю (накладные, акты, платежные документы и др.), исходя из нормы п. 5 ст. 173 НК РФ, не являются объектами исследования и не могут служить основанием для расчета НДС по данной экспертной задаче.

Методика определения суммы НДС, подлежащей уплате в бюджет, заключается в сложении сумм налога, отраженных в каждом счете-фактуре.

Кроме того, эксперту необходимо удостовериться в факте неподачи декларации по НДС исследуемым лицом. Если исследуемое лицо исполнило обязанность по исчислению НДС с таких счетов-фактур, то необходимо сопоставить суммы, исчисленные экспертом непосредственно по первичным документам, с суммами, отраженными в налоговой отчетности.

**Формулирование выводов эксперта**

В результате проведенного исследования эксперт формулирует категорический вывод.

*Примеры.*

1. В результате совершения операций по выполнению строительно-монтажных работ для организации М. у организации Т. возник объект налогообложения по налогу на прибыль организаций, что влияет на размер исчисленного налогоплательщиком налога на прибыль организаций, подлежащего уплате в бюджет, в сторону его увеличения на сумму ... , в том числе по налоговым периодам: ... .

2. В налоговом учете организации Л. операции (идентификационные признаки операций) не отражены, что привело к уменьшению исчисленного налога на прибыль за 2011 г. в размере ... руб.

3. Неотражение выручки от реализации древесины, осуществленной во исполнение договора № 01/2010 от 20.01.2010 г., заключенного между организацией Т. и организацией В., повлияло на исчисление организацией Т. за 2010 г. налога на прибыль, подлежащего уплате в бюджет, в сторону уменьшения на сумму ... .

4. Отражение в налоговом учете организации Т. затрат по операциям с организацией Р. при условии, что данные операции признаны следствием фиктивными, повлияло на исчисление налога на прибыль, подлежащего уплате в бюджет организацией Т. за 2010 г., в сторону уменьшения на сумму ... .

5. Применение организацией Т. налоговых вычетов по операциям с организацией В. при условии, что данные операции признаны следствием фиктивными, повлияло на исчисление НДС, подлежащего уплате в бюджет организацией Т. за 2010 г., в сторону уменьшения на сумму не менее ... , в том числе по налоговым периодам: ... .

6. Сумма НДС, не исчисленная организацией Т. при выставлении счетов-фактур с выделением сумм налога по операциям реализации товаров (работ, услуг) по договорам с организациями Р. и В., составила в 2010 г. ... , в том числе по налоговым периодам: ... .

**Литература**

1. Налоговый кодекс Российской Федерации.
2. Федеральный закон от 21 ноября 1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете в Российской Федерации».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2000 г. № 914 «Об утверждении Правил ведения журналов учета полученных и выставленных счетов-фактур, книг покупок и книг продаж при расчетах по налогу на добавленную стоимость».
4. Приказ Минфина России от 29 июля 1998 г. № 34н «Об утверждении Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации».

5. Приказ Минфина России от 31 октября 2000 г. № 94н «Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и инструкции по его применению».

6. Приказ Минфина России от 19 ноября 2002 г. № 114н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет расчетов по налогу на прибыль организаций” ПБУ 18/02».

## *ПРИЛОЖЕНИЕ*

### **Вопросы, не подлежащие разрешению в рамках экспертизы по исчислению налога на прибыль организаций и налога на добавленную стоимость**

На практике встречаются вопросы, предполагающие исследование всего порядка исчисления НДС и/или налога на прибыль за один и более налоговый период и его соответствия налоговому законодательству. Эта задача имеет ревизионный характер, поскольку требует проверки всей финансово-хозяйственной деятельности либо значительной ее части. В связи с этим она не разрешается в ходе налоговой экспертизы, а относится к компетенции сотрудников подразделений документальных проверок и ревизий.

Во избежание постановки подобных ревизионных вопросов необходимо ориентировать следователя на формулирование вопросов с указанием на конкретные обстоятельства финансово-хозяйственной деятельности налогоплательщика, содержащие нарушения налогового законодательства, по которым следователь осуществлял последственную проверку и возбуждал уголовное дело.

На разрешение налоговой экспертизы, назначаемой при расследовании уклонения от уплаты НДС и налога на прибыль, не могут ставиться вопросы, требующие определения фиктивности отдельных операций или части финансово-хозяйственной деятельности, мнимости или притворности сделок, что выходит за пределы компетенции эксперта.

При производстве налоговой экспертизы, назначаемой при расследовании уклонения от уплаты НДС и налога на прибыль, эксперт не отвечает на вопрос об экономической целесообразности затрат, понесенных налогоплательщиком. Налоговое законодательство не использует понятие экономической целесообразности и не регулирует порядок и условия ведения финансово-хозяйственной деятельности,

поэтому обоснованность расходов, уменьшающих в целях налогообложения полученные доходы, не может оцениваться с точки зрения их целесообразности, рациональности, эффективности или полученного результата. В силу принципа свободы экономической деятельности (ст. 8 ч. 1 Конституции Российской Федерации) налогоплательщик осуществляет ее самостоятельно на свой риск и вправе самостоятельно и единолично оценивать ее эффективность и целесообразность.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИСЧИСЛЕНИЯ НАЛОГА, УПЛАЧИВАЕМОГО В СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРОЩЕННОЙ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ**

*Э.Ф. Мусин, Р.С. Мелешев, С.В. Ефимов*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Установление соответствия порядка исчисления налогов, реализованных налогоплательщиками, находящимися на упрощенной системе налогообложения (далее – УСН), положениям НК РФ; определение размера неисчисленных сумм налогов.

### **Объекты исследования**

Кассовая книга; кассовые документы (платежные и расчетно-платежные ведомости, приходные и расходные кассовые ордера); журнал регистрации платежных ведомостей; книга принятых и выданных кассиром денежных средств; журнал регистрации приходных и расходных кассовых документов; авансовые отчеты; документы, подтверждающие учет и движение основных средств и НМА (акт о приеме-передаче зданий, сооружений и др.)<sup>1</sup>; товарные накладные и пр.

Банковские выписки.

Книги учета доходов и расходов организаций и индивидуальных предпринимателей, применяющих УСН.

Документы, свидетельствующие об оплате в неденежной форме (акт о взаиморасчетах; акт приема-передачи товара и др.).

---

<sup>1</sup> Для налогоплательщиков-организаций.

Налоговая декларация по налогу, уплачиваемому в связи с применением УСН.

Материалы «неофициального» учета («чернового» учета)<sup>1</sup>.

Протоколы следственных и судебных действий<sup>1</sup>.

### **Вопросы, решаемые экспертизой<sup>2</sup>**

Какова сумма налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, подлежащая исчислению к уплате в бюджет организации К. за 2009 г.?

В соответствии ли с требованиями законодательства о налогах и сборах сформирована индивидуальным предпринимателем М. за период с 01.01.2007 г. по 31.12.2007 г. налоговая база по налогу, уплачиваемому в связи с применением УСН? Если нет, то каков размер налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, не исчисленного к уплате в бюджет индивидуальным предпринимателем М. за период с 01.01.2007 г. по 31.12.2007 г.?

Исходя из того, что агентское соглашение, заключенное организацией В. с организацией Д., является фиктивным, какая сумма налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, не исчислена организацией В. за период с 01.01.2008 г. по 31.12.2009 г.?

Отражены ли операции по поставке материалов в учете организации К. по договорам ... (идентификационные признаки договоров)? Если нет, то как это повлияло на исчисление налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, за 2009 г.?

Каково процентное соотношение суммы налога, не уплаченной индивидуальным предпринимателем Б., находящимся на УСН, к суммам, подлежащим уплате индивидуальным предпринимателем Б., за 2008–2009 гг.?

### **Сущность методики**

Налоговые экспертизы, производимые в рамках расследования уклонения от уплаты налогов лица, находящегося на УСН, назначаются по делам о преступлениях, ответственность за которые преду-

---

<sup>1</sup> Могут использоваться в ходе проведения исследования, если в постановлении о назначении экспертизы указано на необходимость их использования, а сведения, содержащиеся в них, согласуются с версией следствия.

<sup>2</sup> Перечень вопросов, не подлежащих разрешению в рамках экспертизы, содержится в приложении.

смотрена ст. 198 УК РФ «Уклонение от уплаты налогов и (или) сборов с физического лица» и ст. 199 «Уклонение от уплаты налогов и (или) сборов с организации».

Способы совершения налоговых преступлений, совершаемых налогоплательщиками, находящимися на УСН, с учетом диспозиций ст. 198, 199 УК РФ делятся на две основные группы:

непредоставление налоговой декларации или иных документов, представление которых в соответствии с законодательством Российской Федерации о налогах и сборах является обязательным, налогоплательщиками, применяющими УСН;

включение в налоговую декларацию или иные документы заведомо ложных сведений (например, отражение в учете заведомо ложных сведений о доходах и расходах).

Основная экспертная задача при производстве таких экспертиз заключается в установлении суммы налога, не исчисленного к уплате в бюджет индивидуальным предпринимателем или организацией, находящимися на УСН.

При назначении налоговой экспертизы в вопросах, которые ставятся перед экспертом, должны содержаться обязательные элементы: наименование исследуемого лица, исследуемый период, идентификационные признаки хозяйственных операций, сделок, наименование контрагентов.

Применение специального налогового режима в соответствии с гл. 26.2 НК РФ предполагает законное освобождение лица от уплаты определенных налогов, указанных в пп. 2 и 3 ст. 346.11 НК РФ:

#### **Организация:**

налог на прибыль организации (за исключением налога, уплачиваемого с доходов, облагаемых по налоговым ставкам, предусмотренным пп. 3 и 4 ст. 284 НК РФ);

налог на имущество организации;

налог на добавленную стоимость, за исключением НДС, подлежащего уплате при ввозе товаров на территорию РФ и иные территории, находящиеся под ее юрисдикцией, а также НДС, уплачиваемого в соответствии со ст. 174.1 НК РФ.

#### **Индивидуальный предприниматель:**

налог на доходы физических лиц (за исключением налога, уплачиваемого с доходов, облагаемых по налоговым ставкам, предусмотренным пп. 2, 4 и 5 ст. 224 НК РФ);

налог на имущество физических лиц;

налог на добавленную стоимость, за исключением НДС, подлежащего уплате при ввозе товаров на территорию РФ и иные территории, находящиеся под ее юрисдикцией, а также НДС, уплачиваемого в соответствии со ст. 174.1 НК РФ.

Вместо этих налогов у налогоплательщика возникает обязанность по исчислению и уплате налога, уплачиваемого в связи с применением УСН (далее – налог).

В соответствии со ст. 346.12 НК РФ применять УСН имеют право организации и индивидуальные предприниматели, у которых ведение хозяйственной деятельности удовлетворяет условиям, предусмотренным налоговым законодательством.

Применять УСН не имеют права организации, имеющие филиалы и/или представительства, а также банки, страховщики и иные налогоплательщики, чьи условия хозяйственной деятельности указаны в п. 3 ст. 346.12 НК РФ. Кроме того, если по итогам отчетного (налогового) периода доходы налогоплательщика превысили 15 млн руб. (с 1 января 2010 г. по 31 декабря 2012 г. включительно применяется постоянная величина предельного дохода, составляющая 60 млн руб.) [3], то такой налогоплательщик считается утратившим право на применение УСН с начала того квартала, в котором допущено указанное превышение и/или имеется несоответствие требованиям, указанным в п. 3 ст. 346.12 НК РФ. Величина предельного размера доходов налогоплательщика, ограничивающая право налогоплательщика на применение УСН, подлежит индексации в порядке, предусмотренном п. 2 ст. 346.12 НК РФ [6]. Используя право экспертной инициативы, предусмотренное подпунктом 4 п. 3 ст. 57 УПК РФ, эксперту целесообразно просчитать величину дохода, полученного налогоплательщиком, перед непосредственным проведением исследования по налогу, уплачиваемому в связи с применением УСН. Если сумма полученного дохода окажется больше предельной величины, указанной в налоговом законодательстве, то перед экспертом будет стоять совершенно другая экспертная задача: исчисление суммы налогов, подлежащих уплате при использовании иного режима налогообложения и предусмотренных законодательством о налогах и сборах для вновь созданных организаций или вновь зарегистрированных индивидуальных предпринимателей (абз. 2 п. 4 ст. 346.13 НК РФ).

Следует отметить, что согласно п. 3 ст. 4 Федерального закона от 21 ноября 1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете» организации, перешедшие на УСН, освобождаются от обязанности ведения бухгалтерского учета, за исключением учета основных средств и нематери-

альных активов. Организации и индивидуальные предприниматели, применяющие УСН, ведут учет доходов и расходов в порядке, установленном гл. 26.2 НК РФ.

### **Последовательность действий эксперта**

При производстве судебно-налоговой экспертизы по вопросу правильности и полноты исчисления налога налогоплательщиками, находящимися на УСН, методика расчета различна и зависит от выбранного исследуемым лицом объекта налогообложения. Согласно п. 2 ст. 346.14 НК РФ объект налогообложения налогоплательщик выбирает самостоятельно.

Так, согласно ст. 346.14 НК РФ признаются следующие объекты налогообложения при применении УСН:

доходы;

доходы, уменьшенные на величину расходов.

Общая методика производства налоговой экспертизы, назначенной по делам об уклонении лица, находящегося на УСН, от уплаты налогов и/или сборов, представляет собой следующее.

1. Ознакомление с объектами исследования, представленными для производства налоговой экспертизы.

2. Анализ достаточности объектов исследования для разрешения поставленных вопросов и дачи заключения; определение степени категоричности выводов по поставленным вопросам. При необходимости – заявление ходатайства о предоставлении на исследование дополнительных материалов.

3. Определение экономического содержания хозяйственных операций, имущества и обязательств, сведения о которых содержатся в материалах, представленных на исследование. Определение показателей финансово-хозяйственной деятельности.

4. Расчет обязанности по исчислению налога, уплачиваемого в связи с применением УСН.

5. Определение суммы налога, исчисленного самим налогоплательщиком, по документам, представленным на исследование.

6. Сопоставление обязанности по исчислению налога с фактическим ее исполнением (определение суммы неисчисленного налога).

Особенности установления налоговых обязательств налогоплательщика зависят от выбранного им объекта налогообложения.

## Подзадачи

### *1. Объект налогообложения – «доход».*

Путем анализа представленных документов эксперт определяет сумму дохода, полученного налогоплательщиком за исследуемый период, поскольку если объектом налогообложения выбран доход организации или индивидуального предпринимателя, то налоговой базой признается денежное выражение доходов организации или индивидуального предпринимателя.

Порядок определения доходов установлен ст. 346.15 НК РФ. Датой получения доходов признается день поступления денежных средств на счета в банках, в кассу, а также день получения имущества (работ, услуг), имущественных прав, т.е. налогоплательщики, находящиеся на УСН, при получении дохода используют кассовый метод (п. 1 ст. 346.17 НК РФ).

Согласно ст. 346.15 НК РФ доходы от реализации и внереализационные доходы определяются в соответствии со ст. 249 и 250 НК РФ. Доходом от реализации признается выручка от реализации товаров (работ, услуг) как собственного производства, так и ранее приобретенных, а также выручка от реализации имущественных прав. К внереализационным доходам относятся доходы, не указанные в ст. 249 НК РФ.

Далее, руководствуясь п. 1 ст. 346.20 НК РФ, эксперт определяет сумму налога, подлежащего исчислению, путем умножения налоговой базы на ставку, предусмотренную при данном объекте налогообложения, в размере 6 %.

Исчисленная сумма налога уменьшается на суммы страховых взносов на обязательное пенсионное страхование, обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством, обязательное медицинское страхование, обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (п. 3 ст. 346.21 НК РФ). Налоговым законодательством установлены четкие критерии, при одновременном выполнении которых суммы страховых взносов уменьшают сумму налога:

1) сумма налога может быть уменьшена только на те суммы страховых взносов, которые исчислены и уплачены за этот же период времени, за который исчисляется налог (т.е. с 1 января по 31 декабря того же года); следует отметить, что в п. 3 ст. 346.21 НК РФ говорится о том, что учитываются уплаченные суммы страховых взносов в преде-

лах исчисленных, т.е. если исчислено меньше, чем уплачено, то в расчет будет приниматься исчисленная сумма; если же уплачено меньше, чем исчислено, то в расчет принимается уплаченная сумма;

2) сумма налога может быть уменьшена на сумму страховых взносов не более чем на 50 %.

## **2. Объект налогообложения – «доход, уменьшенный на величину расходов».**

Согласно п. 2 ст. 346.18 НК РФ в случае, если объектом налогообложения являются доходы организации или индивидуального предпринимателя, уменьшенные на величину понесенных ими расходов, то налоговой базой признается денежное выражение доходов, уменьшенных на величину расходов.

Порядок определения и расчета дохода аналогичен порядку, рассмотренному в подзадаче 1.

Расходы определяются на основании ст. 346.16 НК РФ; при этом они должны быть экономически обоснованны (оправданны) и документально подтверждены.

Расходами налогоплательщика признаются затраты после их фактической оплаты (п. 2 ст. 346.17 НК РФ).

Согласно п. 5 ст. 346.18 НК РФ при определении налоговой базы доходы и расходы определяются нарастающим итогом с начала налогового периода.

Налоговым законодательством предусмотрена возможность уменьшить налоговую базу на сумму понесенного налогоплательщиком убытка в течение 10 лет, следующих за тем налоговым периодом, в котором он понес эти убытки. Однако данный убыток должен быть документально подтвержден (п. 7 ст. 346.18 НК РФ).

Для исчисления суммы налога при объекте налогообложения «доход, уменьшенный на величину расходов», применяется ставка, предусмотренная п. 2 ст. 346.20, которая составляет 15 %. Следует иметь в виду, что налоговым законодательством предоставлена возможность законами субъекта Российской Федерации снижать общеустановленную ставку до 5 %. Таким образом, для правильного определения суммы налога, которую налогоплательщик должен был исчислить, эксперту необходимо изучить региональное законодательство.

Отдельным этапом методики расчета налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, при объекте налогообложения «доход, уменьшенный на величину расходов», является исчисление суммы минималь-

ного налога, который рассчитывается как произведение налоговой базы, которой являются доходы, на налоговую ставку, составляющую 1 % (п. 6 ст. 346.18 НК РФ). Если минимальный налог окажется больше налога, исчисленного в общем порядке ( $\text{доход} - \text{расход} \times 15\%$ ), то обязанность лица по уплате налога будет исполнена после уплаты им суммы минимального налога. Другими словами, налогоплательщик не освобождается от уплаты налога даже в том случае, если в налоговом периоде получен убыток. Налогоплательщик имеет право в следующие налоговые периоды включить сумму разницы между суммой уплаченного минимального налога и суммой налога, исчисленной в общем порядке, в расходы при исчислении налоговой базы, в том числе увеличить сумму убытков, которые могут быть перенесены на будущее (абз. 4 п. 6 ст. 346.18 НК РФ). Следует обратить внимание, что при проведении исследования за несколько налоговых периодов принимать разницу между суммой минимального налога и суммой налога, исчисленного в общем порядке, в расходы при исчислении налоговой базы за следующий налоговый период можно только в том случае, если минимальный налог был уплачен налогоплательщиком.

Кроме того, при исчислении налога при объекте налогообложения «доход, уменьшенный на величину расходов», сумма единого налога не может быть уменьшена на сумму исчисленных и уплаченных страховых взносов, поскольку указанные суммы включаются в расходы (пп. 7 п. 1 ст. 346.16 НК РФ) и, соответственно, уменьшают налоговую базу.

### **Особые положения**

При проведении экспертом исследования по вопросу правильности и полноты исчисления налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, необходимо учитывать следующее.

При производстве налоговой экспертизы, исследование по которой затрагивает несколько налоговых периодов, необходимо обращать внимание на применяемый в каждом конкретном налоговом периоде объект налогообложения, поскольку налоговым законодательством предусмотрена возможность изменения объекта налогообложения налогоплательщиком ежегодно. Таким образом, в исследовании данный факт должен быть отражен, а налог рассчитан в соответствии с выбранным объектом налогообложения.

Обязанность налогоплательщика вести учет доходов и расходов в целях исчисления налоговой базы по налогу в книге учета доходов

и расходов организаций и индивидуальных предпринимателей, применяющих УСН, предусмотрена ст. 346.24 НК РФ. Однако не все налогоплательщики соблюдают эту обязанность, а иногда предоставить на исследование книгу учета доходов и расходов не всегда представляется возможным в результате ее порчи или утраты. Поскольку признание доходов и расходов налогоплательщика осуществляется по кассовому методу, то исследовать обязанность по исчислению налога в определенных случаях возможно на основании иных документов. Установление суммы полученного дохода и произведенного расхода допустимо произвести на основании документов, подтверждающих прием денежных средств либо оплату, но при их использовании в исследовании необходимо учесть следующее.

Если объектом налогообложения является «доход», то определить сумму полученного дохода возможно по банковской выписке. Даже при наличии сумм денежных средств, которые не нашли отражение на расчетном счете, но согласно налоговому законодательству должны быть признаны доходом (например, расчеты между организациями или индивидуальными предпринимателями через третьих лиц), произвести исследование возможно, однако выводы по поставленным вопросам должны содержать конструкцию «не менее ...». Аналогичная ситуация складывается при осуществлении налогоплательщиком таких операций, как бартер, взаимозачеты с другими организациями, безвозмездно полученное имущество, отследить которые по выписке банка невозможно. Следовательно, выводы эксперта в таких ситуациях, как и в рассмотренной выше, должны содержать конструкцию «не менее ...».

Если объектом налогообложения является «доход, уменьшенный на величину расходов», то при наличии суммы расходов, не нашедших отражения на расчетном счете налогоплательщика, провести исследование только на основании банковских документов практически невозможно, поскольку вероятно наличие расходов, не отраженных в выписке, и выявленные позже суммы расходов будут уменьшать налоговые обязательства налогоплательщика. Следовательно, эксперт в каждом конкретном частном случае должен оценить полноту представленных документов, отражающих расходы, и прийти к выводу об их достаточности. В противном случае исследование будет проведено неполно, и достоверность вынесенного экспертом заключения сомнительна. Таким образом, при проведении исследования, когда объектом налогообложения является «доход, уменьшенный на величину расходов»,

и невозможности оценки полноты документов, подтверждающих сумму расходов, которые уменьшают налоговую базу, эксперту следует указать, что провести исследование по поставленным вопросам не представляется возможным. Исключения могут составлять записи «неофициального» («чернового») учета, на которые указано в уставной части постановления о назначении налоговой экспертизы, свидетельствующие о произведенных налогоплательщиком расходах.

При исчислении налога необходимо учитывать, что факт перечисления денежных средств с расчетного счета организации, а также выдача денег под отчет не всегда означают осуществление организацией расходов с точки зрения бухгалтерского и налогового учета. Для установления возможности учета указанных перечислений в составе расходов эксперту необходимо определить конкретные цели расходования денежных средств.

При проведении исследования эксперт-экономист должен указывать в заключении именно те нормативные документы, которыми он руководствовался. Не следует указывать документы, которые в силу отсутствия определенных объектов исследования не были использованы (например, не следует указывать приказ Министерства финансов Российской Федерации от 31 декабря 2008 г. № 154н «Об утверждении форм книги учета доходов и расходов организаций и индивидуальных предпринимателей, применяющих упрощенную систему налогообложения, книги учета доходов индивидуальных предпринимателей, применяющих упрощенную систему налогообложения на основе патента, и порядков их заполнения», если на исследование не представлена книга учета доходов и расходов организаций и индивидуальных предпринимателей).

Отчетным периодом по налогу, уплачиваемому в связи с применением УСН, признаются квартал, полугодие и 9 месяцев календарного года. Таким образом, обязанность налогоплательщика по исчислению налога при применении УСН возникает по итогам календарного года, а в отчетные периоды исчисляются авансовые платежи по налогу. В связи с этим, если перед экспертом поставлен вопрос об определении суммы неисчисленного налога за период, меньший, чем 1 год, то эксперту следует переформулировать вопрос и сделать вывод по вопросу о неисчисленных и подлежащих уплате в бюджет авансовых платежах исследуемого периода.

## Формулирование выводов эксперта

По результатам исследования эксперт формулирует категорический вывод.

### *Примеры.*

1. Сумма налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, подлежащая исчислению к уплате в бюджет организации К. за 2009 г., составляет ... руб.

2. Налоговая база по налогу, уплачиваемому в связи с применением УСН, сформирована предприятием М. за период с 01.01.2007 г. по 31.12.2007 г. не в соответствии с требованиями законодательства о налогах и сборах, в связи с чем размер налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, не исчисленного к уплате в бюджет предприятием М. за период с 01.01.2007 г. по 31.12.2007 г., составил ... руб.

3. Исходя из того, что агентское соглашение, заключенное организацией В. с организацией Д., является фиктивным, организацией В. не исчислена за период с 01.01.2008 г. по 31.12.2009 г. сумма налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, в размере ... руб.

4. Операции по поставке материалов по договорам ... (идентификационные признаки договоров) в учете организации К. не отражены, что повлияло на исчисление налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, за 2009 г. в сторону уменьшения на сумму не менее ... руб.

5. Процентное соотношение суммы налога, не уплаченной индивидуальным предпринимателем Б., находящимся на УСН, к суммам, подлежащим оплате индивидуальным предпринимателем Б., за 2008–2009 гг., составляет ... %.

## Литература

1. Налоговый кодекс Российской Федерации.

2. Федеральный закон от 21 ноября 1996 г. № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете».

3. Федеральный закон от 19 июля 2009 г. № 204-ФЗ «О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации».

4. Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 31 декабря 2008 г. № 154н «Об утверждении форм книги учета доходов и расходов организаций и индивидуальных предпринимателей, применяющих упрощенную систему налогообложения, книги учета доходов индивидуальных предпринимателей, применяющих упрощенную систему налогообложения на основе патента, и порядков их заполнения».

5. Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 22 июня 2009 г. № 58н «Об утверждении формы налоговой декларации по налогу, уплачиваемому в связи с применением упрощенной системы налогообложения, и порядка ее заполнения».

6. Приказы Министерства экономического развития Российской Федерации, устанавливающие ежегодный размер коэффициента-дефлятора (например, от 12 ноября 2008 г. № 395 «Об установлении коэффициента-дефлятора в целях применения главы 26.2 „Упрощенная система налогообложения” на 2009 год»).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### **Перечень вопросов, не подлежащих разрешению в рамках экспертизы по исчислению налога, уплачиваемого в связи с применением упрощенной системы налогообложения**

При назначении экспертизы перед экспертом не могут ставиться вопросы, носящие справочный, правовой и ревизионный характер.

*Каков порядок перечисления в бюджет НДС, полученного организацией при применении УСН в период с 01.01.2004 г. по 01.07.2004 г.?*

Этот вопрос не входит в компетенцию эксперта, так как носит справочный характер и не предполагает проведение исследования с использованием экспертных методов.

*Соответствует ли предмет договора № 000, заключенный организацией Б. с индивидуальным предпринимателем Р. о поставке носочно-чулочных изделий, его фактическому исполнению? Если нет, то какова сумма налога, уплачиваемая налогоплательщиком в связи с применением УСН, не исчисленная за 2009 г.?*

Этот вопрос носит правовой характер, так как подразумевает гражданско-правовую квалификацию договорных отношений, что исключается при производстве налоговой экспертизы.

*Какие налоги и сборы обязана была исчислить и уплатить в бюджет организация В. в период с 2009 по 2011 г.?*

При ответе на этот вопрос необходимо исследовать всю финансово-хозяйственную деятельность за указанный период, что носит ревизионный характер и относится к компетенции сотрудников подразделений документальных проверок и ревизий ОВД России. Экспертная задача и вопросы должны содержать указание на обстоятельства,

характеризующие конкретные операции или сделки, где, по мнению следствия, содержатся признаки преступления.

Экспертом не может быть проведено исследование и по вопросам уплаты (неуплаты) налога либо расчета доли неуплаченных налогов.

*Имела ли место неуплата налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, индивидуальным предпринимателем Ш. в бюджетную систему Российской Федерации за период с 01.01.2005 г. по 31.12.2005 г. от проведенных ею финансово-хозяйственных операций? Если да, то в каком именно периоде и в какой сумме?*

Постановка вопроса некорректна, так как эксперт не должен рассматривать вопросы уплаты (неуплаты) налогов, поскольку их разрешение выходит за пределы компетенции эксперта-экономиста и относится к компетенции налоговых органов. Чтобы избежать использования терминов уголовно-правового законодательства, но при этом установить долю неуплаченных налогов, может быть поставлен вопрос о процентном соотношении неуплаченного налога, уплачиваемого в связи с применением УСН, и сумм, подлежащих уплате. При этом необходимо учитывать, что при расчете отношения суммы неуплаченного налога к суммам, подлежащим уплате в бюджет, в процентном выражении при определении суммы неуплаченного налога не учитывается недоимка по налоговым платежам в бюджет, в то время как переплата уменьшает эти суммы. Кроме того, для проведения исследования по этому вопросу следователь должен предоставить налоговые декларации по налогам и сборам, поданные налогоплательщиком в налоговые органы, а также справку из налогового органа о сумме неуплаченных налогов и имеющейся переплате исследуемого лица.

# ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## УСТАНОВЛЕНИЕ ОЧАГА ПОЖАРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

*В.Ю. Ключников, А.В. Довбня, А.И. Богатищев,  
Л.В. Дашко, С.О. Шульгин*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление очага пожара – места возникновения первоначального горения.

### Объекты исследования

Материалы строительных конструкций, оборудование и другие предметы вещной обстановки, являющиеся материальными носителями информации об очаге пожара, имеющие отношение к обстоятельствам его возникновения, развития и ликвидации, характеризующие данный объект пожара.

Документальные данные, содержащиеся в материалах дела:

материальная обстановка места пожара;

конструктивно-планировочное устройство объекта пожара; степень и характер термического воздействия пожара на конструктивные элементы и предметы вещной обстановки объекта пожара;

сведения о самом явлении пожара; об обстоятельствах его возникновения, обнаружения; о процессе развития и ликвидации горения на пожаре;

проектная, технологическая, конструкторская, эксплуатационная и иная документация объекта пожара;

предметы, вещества и материалы, имеющие следы горения или причастные к возникновению пожара либо его развитию.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Где находился очаг пожара?

Может ли очаг пожара (место возникновения первоначального горения) располагаться в указанной части помещения (обстановки, участка местности и т.д.)?

Сколько имелось очагов пожара? Какие из них являются первичными, а какие вторичными очагами пожара?

## Сущность методики

Установление очага пожара – выявление, анализ, сравнение и оценка степени термических повреждений строительных конструкций, оборудования и других предметов вещной обстановки (например, веществ и материалов, изменивших при пожаре свои первоначальные свойства).

Для проведения исследований необходимы следующие исходные данные:

общее состояние строительных конструкций, предметов интерьера и другого содержимого объекта на момент осмотра места происшествия;

подробное описание следов термического, механического и иного рода повреждений как признаков, характеризующих динамику пожара, места возникновения и направления последующего распространения горения;

сведения о работе системы автоматической пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, о применявшихся первичных средствах пожаротушения (каких, где и когда), о порядке тушения пожара подразделениями противопожарной службы (задействованные силы и средства; направления подачи огнетушащих средств; выполненные работы по вскрытию и обрушению конструкций и т.д.);

сведения очевидцев пожара о признаках, по которым пожар был обнаружен (на каких участках и в какое время), об особенностях развития пожара и сопровождавших его эффектах (звуковых, световых и др.);

сведения об исходном состоянии объекта пожара (строительная документация, пожарно-техническая характеристика, назначение и порядок эксплуатации, проведенные ремонтные работы, водо-, газо- и энергообеспечение, наличие и особенности технологических установок и др.);

сведения о проводившихся на объекте работах и действиях отдельных лиц, о нештатных ситуациях или явлениях, зафиксированных непосредственно перед возникновением пожара.

При исследовании места происшествия оцениваются обстановка в целом, степень термического поражения на отдельных участках; выявляются признаки очага пожара и направленности распространения горения; исследуются различные приборы, устройства для

определения их причастности к возникновению пожара. На горючих материалах (прежде всего древесине и древесных композиционных материалах) фиксируются термические поражения, которые характеризуются глубиной обугливания, степенью выгорания, текстурой угля (плотный, рыхлый, пористый) и т.д. На металлических конструкциях и предметах оцениваются термические поражения, проявляющиеся в деформациях, образовании окисного слоя, разрушениях (плавлениях), изменениях структуры и свойств материала. У неорганических строительных материалов определяются термические поражения: изменение цвета; образование трещин и местных разрушений; отслоение штукатурки. Все эти проявления могут быть более выражены, в частности, в пределах очагового конуса, где возможна их визуальная фиксация. Определенную информацию при осмотре предметов и конструкций из горючего материала несет и характер их обожжения.

Очаг пожара определяется с учетом результатов анализа всей картины места происшествия именно на том участке, где обнаружены наиболее сильные (как правило, локализованные) термические повреждения, механизм образования которых не вызван вторичными процессами и явлениями, происходившими во время развития пожара.

### **Подзадачи**

#### ***Исследование степени термических повреждений изделий из неорганических строительных материалов***

##### *Исследование термического повреждения неорганических строительных материалов с помощью молотка Кашкарова*

Для определения степени термического поражения изделий и конструкций из неорганических строительных материалов, выполненных безобжиговым методом, используется метод определения сравнительной прочности с помощью эталонного молотка Кашкарова (ЭМК). Метод основан на наличии связи между прочностью бетона и величиной косвенного показателя, в качестве которого используется отношение диаметров отпечатков, оставленных при ударе ЭМК на бетоне и на эталонном стержне. Устройство молотка позволяет исключить влияние силы и направления удара на результаты измерений, так как отпечатки получают одновременно на бетоне с неизвестной проч-

ностью и на эталонном стержне с известными характеристиками. Оценка прочности бетона с помощью ЭМК основана на корреляционной связи между изменяемыми параметрами, т.е. между относительной прочностью поверхности бетона и пределом прочности бетона на сжатие. На участке поверхности конструкции наносят серию ударов с такой силой, чтобы получить достаточно крупные отпечатки, удобные для измерения. После каждого удара эталонный стержень необходимо сдвинуть на расстояние не менее 10 мм.

Испытание бетона проводят на участке конструкции, границы которого должны находиться на расстоянии не менее 50 мм от ее края. Расстояние между отпечатками на бетонной поверхности должно быть не менее 30 мм (удобно производить удар не самим ЭМК, а обычным слесарным молотком по головке ЭМК, прислоненного к исследуемой конструкции). Для более точного измерения отпечатков на бетоне удар наносят через лист копировальной бумаги, положенной на поверхность бетона красящим слоем вверх, с уложенным на нее листом чистой бумаги. Диаметр отпечатков на бетоне и эталонном стержне измеряют с помощью штангенциркуля (или другого приспособления) с погрешностью не более 0,1 мм.

На исследуемой конструкции одно измерение состоит из следующих действий:

по поверхности бетонного изделия или конструкции наносят 10–12 ударов ЭМК в соответствии с требованиями по размещению отпечатков на поверхности испытуемой конструкции (выбирают участок на поверхности бетона размером не менее  $100 \times 100$  мм, без наплывов бетона и с малым количеством пор на поверхности; в паз эталона молотка заостренным концом вводят эталонный стержень; на поверхность выбранного участка бетона укладывают копировальную бумагу и чистые листы бумаги; после каждого удара эталонный стержень продвигают на расстояние не менее 10 мм;

замеряют диаметр отпечатков на бумаге ( $H_k$ ) и диаметр отпечатка на эталонном стержне ( $H_э$ ) (по большей оси отпечатка с точностью до 0,1 мм); результаты измерений заносят в таблицу (таблица может быть составлена в произвольной форме, но обязательно оформлена как приложение к протоколу осмотра места происшествия в соответствии с действующими процессуальными нормами); определяют отношение  $H_k/H_э$  для каждого удара, результаты заносят в таблицу; вычисляют

среднее арифметическое полученных отношений  $N_k/N_э$  для серии ударов в пределах одной конструкции;

переходят к следующей исследуемой конструкции и повторяют перечисленные действия;

наносят на план-схему места пожара средние значения отношений  $N_k/N_э$  (чем больше значение отношения  $N_k/N_э$ , тем выше степень термического поражения конструкции); на план-схеме зону (зоны) с наибольшими значениями отношений  $N_k/N_э$  выделяют пунктирной линией.

*Исследование термических повреждений бетонных и железобетонных изделий ультразвуковым методом*

Ультразвуковой метод выявления зон термических поражений основан на измерении скорости прохождения ультразвукового (УЗ) импульса на различных участках бетонных и железобетонных конструкций, расположенных в очаговой зоне. Для оценки степени термического поражения изделий из бетона и железобетона используют приборный комплекс «Ультратерм» (или его аналог). Основное изделие комплекса – прибор УТ-01, представляющий собой измеритель времени прохождения УЗ волн через исследуемый участок материала объекта; принцип работы прибора основан на измерении временного интервала между моментом излучения УЗ импульса в исследуемый объект и моментом приема УЗ импульса. Измерение может проводиться как при сквозном, так и при поверхностном прохождении УЗ волн.

Перед началом измерений составляют план конструкции в масштабе и делают разметку для УЗ исследований (обязательно на плане и по возможности на самой конструкции (мелом). Шаг прохождения волн (расстояние между участками, на которых производят измерения) выбирают в зависимости от степени поражения и размеров конструкции в пределах 0,25–1,00 м. В точках исследования поверхность конструкции зачищают от остатков штукатурки, шпатлевки и других внешних наслоений (для создания хорошего акустического контакта).

При исследовании необходимо избегать следующих мест:

участки, где наружный слой бетона отслоился (такие зоны обязательно наносятся на план места пожара);

места стыков исследуемых конструкций (например, плит; недопустимо, чтобы один УЗ преобразователь был установлен на одну плиту, а второй – на другую);

краевые зоны исследуемых изделий (расстояние от преобразователя до края изделия должно быть не менее 5 см).

На результаты исследования оказывает влияние армирование бетона (если направление распространения УЗ волны и направление арматурного стержня совпадают, то скорость волны получается повышенной; если направление прохождения волн перпендикулярно расположению арматуры, то она практически не влияет на результаты измерений), поэтому в намеченной точке конструкцию исследуют при двух взаимно перпендикулярных положениях плоскости расположения УЗ преобразователей; из полученных данных выбирают наибольшие значения времени прохождения УЗ импульсов.

Для исследования потолка помещения и труднодоступных мест держатель с игольчатыми УЗ преобразователями устанавливают на разборную штангу.

В процессе проведения исследования полученные значения наносят на план места осмотра пожара. Зоны с наибольшими значениями времени прохождения ультразвука соответствуют зонам наибольших термических поражений.

Если на месте пожара имеются железобетонные колонны или другие элементы, обогреваемые со всех сторон, то для оценки степени термического поражения бетона целесообразно исследование его продольными УЗ волнами с помощью двух плоских датчиков. Для фиксации времени прохождения продольных волн датчики устанавливают по разные стороны конструкции навстречу друг другу. Время прохождения УЗ волн через исследуемое изделие зависит от степени его термического поражения и его толщины, поэтому исследуют только однотипные изделия, имеющие одинаковую толщину. Исследование всех изделий плоскими датчиками проводят на одном и том же уровне от пола, избегая тех же мест, что и при исследовании игольчатыми преобразователями.

### ***Исследование термических повреждений металлических изделий***

Исходя из оценки термического поражения стальные изделия можно разделить на две группы:

1) изделия, изготовленные методом холодной пластической деформации (или холоднотемпературнодеформированные изделия);

2) изделия, изготовленные методом горячей пластической деформации (или горячедеформированные изделия).

К холоднодеформированным изделиям, наиболее часто встречающимся на месте пожара, относится следующее:

крепежные изделия наиболее распространенных типоразмеров (болты, гайки, шпильки, винты, шурупы, скобы, гвозди и др.);

трубы, имеющие наружный диаметр 5–250 мм и отношение наружного диаметра к толщине стенки, равное 50 и более;

холоднотянутые стальная проволока и лист.

К горячедеформированным изделиям, наиболее часто встречающимся на месте пожара, относится стальной прокат (швеллеры, уголки, двутавровые балки, рельсы, листы и др.).

При исследовании степени термических повреждений стальных изделий изучается следующее:

направление и величина деформации металлоконструкций;

цвет и толщина образующихся на поверхности окислов (окалины);

величина остаточной намагниченности (коэрцитивная сила).

#### *Исследование деформации металлоконструкций<sup>1</sup>*

Заметные деформации стальных конструкций начинают происходить уже при температуре 300 °С; у конструкций из алюминиевых сплавов – около 250 °С. При нагреве до температуры 550–600 °С деформации становятся значительными по величине и в 15–20 % случаев могут привести к потере несущей способности и обрушению.

Оценка величины и направленности деформаций дает определенную информацию об относительной интенсивности и направленности теплового воздействия в тех или иных зонах.

Фиксировать и оценивать необходимо следующие визуальные признаки.

1. Направление деформации металлических элементов. Металлоконструкции и их отдельные элементы деформируются, как правило, в сторону наибольшего нагрева. При этом учитывают степень свободы данной конструкции и распределение нагрузки.

2. Величина деформации.

Величина деформации конструкции должна быть пропорциональна температуре и длительности ее нагрева. Поэтому, как правило, на месте пожара наиболее «горячей» зоной можно считать ту, в которой

---

<sup>1</sup> Все деформации металлоконструкций фиксируются в протоколе осмотра, а также с помощью фото- и видеосъемки.

металлоконструкция имеет наибольшую деформацию. Однако наибольшая деформация может произойти не там, где была наибольшая температура (или наиболее интенсивный нагрев); она может быть и там, где конструктивный элемент имеет наибольшую степень свободы или более высокую нагрузку (если, например, стальная балка перекрытия имеет наибольшую деформацию посередине пролета, то это еще не значит, что именно в этой точке был наиболее интенсивный нагрев; просто здесь на балку действует наибольший изгибающий момент).

Для количественной оценки степени деформации рассчитывают величину относительной деформации – отношение величины прогиба к величине участка конструкции, на которой этот прогиб наблюдается ( $H_{\text{п}}/L$ ). Величину  $H_{\text{п}}/L$  для однотипных конструкций фиксируют. Эта информация характеризует распределение зон термических поражений на месте пожара (в первом приближении) и может быть использована в поисках его очага.

### 3. Высота излома вертикальных несущих металлоконструкций.

При осмотре ряда однотипных вертикальных несущих металлоконструкций сравнивают минимальную высоту, на которой начинается существенная деформация каждой конструкции. При нагреве в ходе пожара вертикальные несущие металлоконструкции (например, металлические стойки павильонов, ангаров и других легких металлоконструкций) как бы «подламываются» на определенной высоте: чем ближе очаг пожара к конструкции, тем на меньшей высоте она прогревается до критической температуры восходящими конвективными потоками [34]. Таким образом, зафиксировав высоту излома вертикальных конструкций, можно выявить своеобразный «макроконус» – признак направленности распространения горения от очага к периферии.

### 4. Значительные по величине локальные деформации.

Значительные по величине и четко выраженные локальные деформации металлоконструкций (особенно балок перекрытия и подобных элементов) – важный очаговый признак, на который обращают внимание и обязательно фиксируют.

### *Визуальное исследование окислов на поверхности стальных изделий*

На стальных изделиях с обработанной, гладкой поверхностью наиболее часто визуально обнаруживаются цвета побежалости, появляющиеся при нагревании стали до температуры 200–300 °С вследствие образования на ее поверхности пленки окисла микронной толщины. Толщина слоя окисла зависит от температуры; за счет интерференции

света с изменением толщины пленки меняется ее цвет; следовательно, цвет пленки окисла (цвет побежалости) зависит от температуры нагрева стали и может использоваться для ее определения:

<b>Цвет побежалости</b>	<b>Температура нагрева стали, °С</b>
Светло-желтый	220–230
Соломенно-желтый	230–240
Оранжевый	240–260
Красно-фиолетовый	260–280
Синий	280–300

Окалина на стальных изделиях начинает интенсивно образовываться при температуре нагрева 600–700 °С [22]. Цвет окалины и ее толщина позволяют примерно оценить температуру нагрева стальных конструкций на пожаре.

Рост толщины окалины зависит от времени и температуры нагрева: чем больше температура и длительность нагрева, тем слой окалины толще.

От температуры нагрева зависит и состав окалины: она может состоять из трех слоев различных окислов – вустита (оксида двухвалентного железа, FeO), гематита (оксида трехвалентного железа, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и магнетита (оксида двух-трехвалентного железа, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>); чем выше температура, тем выше содержание в окалине вустита. Вустит имеет черный цвет, а гематит – рыжий, что позволяет ориентировочно оценить температуру нагрева металлоконструкций. Низкотемпературная окалина (700–750 °С), в которой незначительное содержание вустита, обычно имеет рыжеватый оттенок и достаточно тонка; окалина, образовавшаяся при температуре 900–1000 °С и более, – толстая и черная. Если окисел на поверхности стальной конструкции рыжего цвета и рыхлый, то это, скорее всего, не окалина, а обыкновенная ржавчина. Наличие окалины, ее толщину и цвет фиксируют в протоколе осмотра и на схеме места пожара.

*Исследование термических повреждений стальных изделий  
вихретоковым методом*

Стальные изделия с плоской поверхностью исследуются вихретоковым методом с помощью индуктивного прибора типа «ВИХРЬ» (далее по тексту – прибор), предназначенного для определения процентного соотношения толщины окисной пленки на стальных изделиях, подвергавшихся термическому воздействию пожара, к толщине окисной пленки на стальном изделии, не подвергавшемся термическому

воздействию. Прибор представляет собой измеритель частоты задающего генератора, находящегося в датчике. Принцип работы основан на изменении индуктивности катушки, находящейся в датчике, при ее приближении к объекту исследования. В зависимости от температуры и длительности теплового воздействия на плоское стальное изделие меняется толщина окисного слоя и, следовательно, происходит изменение индуктивности катушки, встроенной в датчик прибора.

Изменения относительной индуктивности ( $D$ ) определяются микропроцессором прибора по формуле (%):

$$D = ((F_m - F_v)/(F_i - F_v)) \times 100,$$

где  $F_m$  – частота, измеренная на «чистом» металле;

$F_v$  – частота, измеренная на воздухе;

$F_i$  – частота, измеренная на исследуемом объекте.

Исследование степени термического поражения не проводится на следующих изделиях:

с ржавой поверхностью;

имеющих толщину менее 1,5 мм;

с уцелевшим слоем лакокрасочного покрытия, если оно осталось термически не поврежденным либо оплавилось и/или вспучилось.

Исследование окрашенных поверхностей проводят там, где покрытие выгорело (осталась только неорганическая составляющая покрытия, обычно имеющая белесый цвет) и его остатки легко удаляются с изделия с помощью ткани или кисти.

Алгоритм работы с прибором:

1) составить план расположения стальных изделий в масштабе и сделать разметку для исследования на плане очаговой зоны; сделать разметку мелом на изделиях (это повысит точность отображения информации на графическом плане); шаг исследования (расстояние между участками, на которых производят измерения) выбирается в зависимости от степени поражения и размеров конструкций и изделий – от 20 см до 1 м; отмечать следует только те поверхности, где слой окисла плотно прилегает к поверхности и на нем отсутствуют пузыри и сколы; провести подготовку поверхности (15–20 см<sup>2</sup>) в отмеченных местах для исследования: тканью или ватой, смоченной в ацетоне, удалить остатки ЛКП, пожарного мусора, копоти и др.<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> Использовать для очистки поверхности «жесткий» инструмент (ножи, шпатели, зубила и др.) недопустимо, так как при этом слой окисла может быть нарушен, что приведет к искажению информации о степени термического поражения исследуемых изделий.

2) выявить в зоне, не подвергавшейся тепловому воздействию пожара (например, в зоне задымления), подобное (однотипное) изделие и обработать его поверхность на площади, соизмеримой с площадью датчика прибора (если изделие не окрашено, то его поверхность необходимо протереть тканью или ватой, смоченной в ацетоне; если оно окрашено, то необходимо сначала удалить лакокрасочное покрытие наждачной бумагой (пока не появится металлический блеск), а затем протереть поверхность тканью или ватой, смоченной в ацетоне);

3) провести подготовку прибора к работе (в соответствии с руководством по эксплуатации); прибор не выключать до окончания измерений; перейти с ним в очаговую зону;

4) провести измерения на первой подготовленной поверхности стального изделия:

приложить датчик к подготовленной поверхности исследуемого изделия и выждать не менее 5 сек (не следует прикладывать к датчику усилия; достаточно его приложить, чтобы между ним и изделием не было зазора);

полученное значение отметить на плане или в блокноте;

располагая датчик в различных точках на подготовленной поверхности (не менее трех), провести измерения;

5) провести измерения на всех подготовленных поверхностях исследуемых изделий;

6) вычислить среднее арифметическое из полученных значений для каждой исследованной поверхности; полученные результаты нанести на план очаговой зоны в местах измерений;

7) отметить зону (зоны) с наименьшими значениями показаний прибора, которая соответствует зоне (зонам) наибольших термических поражений.

#### *Исследование термических повреждений холоднодеформированных стальных изделий методом измерения тока размагничивания*

Для проведения исследований используется коэрцитиметр электронный типа «Каскад» (далее по тексту – прибор), предназначенный для относительных измерений тока размагничивания однотипных ферромагнитных изделий из магнитомягких материалов, изготовленных методом холодной деформации и имеющих площадь поперечного сечения 0,5–200,0 мм<sup>2</sup>.

Работа прибора основана на намагничивании образца до индукции, близкой к индукции насыщения, и последующем размагничивании

измерительным током до получения нулевого значения напряженности магнитного поля.

При воздействии тепла пожара на плоские стальные изделия в них происходят процессы, сопровождающиеся снижением твердости величины тока размагничивания, который падает по мере повышения степени термического поражения изделия. Процесс продолжается до температуры окончания первичной рекристаллизации, когда все внутренние напряжения в холоднодеформированных изделиях снимаются. Эта температура индивидуальна для каждого типоразмера изделий и для большинства крепежных изделий находится в пределах 650–750 °С, поэтому объектами исследования могут быть только однотипные изделия с одинаковыми геометрическими размерами.

Перед проведением исследования изделия необходимо извлечь со своих мест. Исследуемая поверхность должна иметь длину не менее 10 мм (расстояние между полюсами малого преобразователя) и может быть любой конфигурации. Тщательная подготовка поверхности не требуется; необходимо лишь очистить ножом или наждачной бумагой обгоревшие остатки ЛКП, пузыри окалины и следы ржавчины. По возможности не следует использовать в качестве исследуемых поверхностей головки крепежных изделий и поверхности с резьбой.

Установка исследуемых изделий на преобразователи проводится единообразно для всей группы.

Прибор позволяет проводить и одиночное измерение, и серию из пяти последовательных измерений с итоговым расчетом среднего арифметического значения и среднеквадратического отклонения (СКО), выраженного в процентах. Магнитные свойства стали могут быть различны даже для одного исследуемого изделия, поэтому для достоверности получаемых данных необходимо проводить серию измерений; если рассчитанное СКО превышает 5 %, то следует повторить измерение.

Полученные значения тока размагничивания наносят на план очаговой зоны. Зона (зоны) с наименьшими значениями тока размагничивания соответствует зоне (зонам) наибольших термических поражений.

**Исследование термических повреждений  
обугленных остатков древесины, древесно-стружечных плит  
и полимерных материалов**

*Визуальное исследование обугленных деревянных изделий*

Внешний вид угля несет информацию о режиме горения: уголь рыхлый, с крупными трещинами обычно образуется при интенсивном пламенном горении; уголь плотный, с коричневатым оттенком и даже сохранившейся текстурой древесины (рисунком годовых колец) образуется при низкотемпературном пиролизе (тлении), когда процесс обугливания происходит медленно без разрыхления угля с незначительным выделением летучих веществ через мелкие трещины.

*Оценка степени термического воздействия  
по глубине обугливания деревянных изделий*

Степень термических поражений древесины на месте пожара оценивают путем измерения глубины обугливания. При этом решаются следующие задачи:

оценка изменения степени термического поражения по длине и высоте конструкции;

определение направленности теплового воздействия (или более интенсивного теплового воздействия).

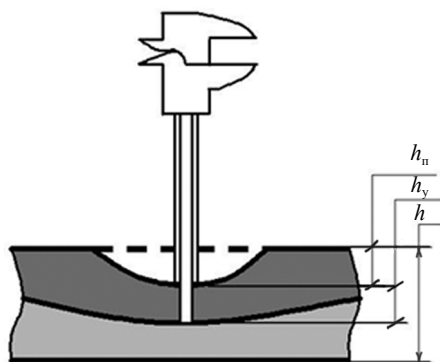


Рис. 1. Схема измерения глубины обугливания и потери сечения деревянной конструкции:

$h_y$  – толщина слоя угля;

$h_n$  – глубина потери сечения конструкции;

$h$  – толщина конструкции [35]

Измерение глубины обугливания проводится с помощью колумбуса (хвостовика штангенциркуля) методом пенетрации (прокалывания слоя угля). Колумбус достаточно свободно прокалывает уголь, но хуже входит в более плотную древесину. В этой же точке определяют глубину потери сечения конструкции (рис. 1).

Глубину потери сечения конструкции ( $h_n$ ) определяют по формуле:

$$h_n = h - h_y,$$

где  $h$  – толщина конструкции, не поврежденной пожаром;

$h_y$  – толщина слоя угля.

Глубину обугливания в каждой точке замера ( $H$ ) определяют по формуле:

$$H = h_n + h_y.$$

*Исследование термических повреждений деревянных изделий  
и полимерных материалов методом определения  
электросопротивления углей*

Для исследования электросопротивления обугленных остатков древесины, древесно-стружечных плит (ДСП) и полимерных материалов используются гидравлический микропресс, электрический мультиметр, входящие в приборно-инструментальный комплект типа «Пресс», и оборудование для пробоотбора и пробоподготовки.

Изменение электросопротивления обугленных остатков в зависимости от температуры и длительности процесса карбонизации у ряда полимеров такое же, как у древесины: электросопротивление последовательно снижается с увеличением температуры и длительности теплового воздействия, что позволяет использовать метод определения электросопротивления для исследования не только древесных углей, но и углей полимеров.

В отличие от исследования изделий из древесины и ДСП, где определяются температура и длительность горения, исследование полимерных материалов позволяет, используя значение удельного электросопротивления или величину его логарифма в качестве интегрального показателя, выявлять только относительные зоны их термических поражений на месте пожара [31, 35].

Для проведения исследования отбор проб проводят в 20–30 точках равномерно по всей очаговой зоне (зоне горения).

При выборе мест отбора проб руководствуются следующими правилами:

не допускается отбор проб в тех местах, где внешний слой угля сколот (в этом случае на исследование попадут глубинные слои угля, которые по своим свойствам отличаются от поверхностных слоев);

в местах сплошных прогаров уголь необходимо отбирать по склону «кратера» прогара (желательно в двух или трех точках) отдельными пробами;

при наличии крупных трещин пробу следует отбирать не в трещине, а на внешней поверхности угля; здесь же измеряют толщину обугленного слоя;

уголь необходимо отбирать со стороны, обращенной к источнику теплового воздействия (если не установлено, откуда происходило огневое воздействие, то отдельные пробы отбирают с двух и более сторон).

Составляют план расположения исследуемых изделий в масштабе и делают разметку для исследования на плане очаговой зоны. В выбранных точках с помощью штангенциркуля определяют следующее:

для обугленных деревянных изделий и конструкций – толщину слоя угля ( $h_y$ ) и глубину потери сечения ( $h_n$ );

для обугленных ДСП – величину потери сечения  $h_n$ .

Полученные значения наносят на схему очаговой зоны рядом с номером отбираемой пробы.

С поверхности, где будет отбираться проба, с помощью кисточки удаляют золу и пожарный мусор и приступают к отбору пробы. Режущей кромкой пробоотборника для древесных углей срезают верхний слой угля на глубину 3–5 мм; масса отбираемого угля – 7–12 г. Отобранный уголь ссыпают в маленький полиэтиленовый пакет, на котором указывают номер пробы (в соответствии со схемой отбора проб). Если отбирается проба угля, извлеченного с изделия, обугленного на всю глубину, то это указывают отдельной поясняющей надписью на каждом пакете и на схеме отбора проб (например: «Проба угля № ... с доски, обугленной на всю глубину»).

При исследовании обугленных деревянных изделий осуществляются следующие действия.

1. Подключают прибор «Пресс» к тестеру. Подготавливают приспособление для осушения проб угля: извлекают фильтр Шотта, грушу с трубкой и резиновой пробкой, емкость с чистым ацетоном и емкость для сбора отработанного ацетона (который используется при осушении). Подготавливают рабочую таблицу для занесения данных, получаемых во время работы.

2. В выбранных точках с помощью штангенциркуля определяют геометрические характеристики объекта исследования: толщину слоя угля ( $h_y$ ) и величину потери сечения ( $h_n$ ). Занести полученные значения в таблицу.

3. С помощью кисточки удаляют золу и пожарный мусор с поверхности, где будет отбираться проба.

4. Приступают к отбору пробы: пробоотборником срезают верхний слой угля на глубину не более 3–5 мм. Отобранный уголь ссыпают в фильтр Шотта, аккуратно измельчают фарфоровым пестиком и заливают чистым ацетоном (так, чтобы слой ацетона над пробой составлял 2 см). Затем плотно закрывают воронку резиновой пробкой с трубкой и грушей. Нагнетая грушей воздух в воронку, продавливают жидкость через фильтр в емкость для отработанного ацетона; операцию по осушению пробы повторяют 2 раза, затем продувают уголь воздухом, после чего пробу выгружают на фильтровальную бумагу и выдерживают до тех пор, пока не перестанет чувствоваться запах ацетона. Сборник отобранного ацетона и емкость с чистым ацетоном плотно закрывают пробками. Повторное использование отработанного ацетона не допускается.

5. Высушенную пробу угля тщательно измельчают в фарфоровой ступке фарфоровым пестиком.

6. Извлекают из прибора «Пресс» пресс-форму и снимают с нее верхний пуансон.

7. Измельченную пробу угля из ступки ссыпают на фильтровальную бумагу и аккуратно загружают в пресс-форму, затем вставляют верхний пуансон, помещают пресс-форму в прибор «Пресс» и вращением верхнего маховика создают давление в 40 атм. Не снимая давления, проводят измерение тестером электросопротивления пробы угля. Полученное значение умножают на 0,8 (коэффициент, учитывающий соотношение площади пресс-формы и высоты столбика угля) и определяют величину удельного сопротивления пробы угля ( $R$ ). Значение  $P = I g R$  заносят в рабочую таблицу.

8. Снимают давление в приборе, извлекают пресс-форму, разбирают ее и тщательно очищают от исследованного угля (остатки угля от предыдущего исследования могут исказить результаты последующего измерения).

Продолжают исследование для остальных выбранных точек.

9. Вычисляют соответствующие значения для всех выбранных точек и заносят их в таблицу. Определяют значения температуры ( $T$ , К) и длительности горения ( $\tau_r$ , мин) древесины по соответствующим номограммам (рис. 2 и 3) или по формулам:

$$T = 4540 / \{ \ln [H \cdot P / (10 - P)] + 2,15 \};$$
$$\tau_r = \exp \{ 1,38 \cdot \ln H + 0,38 \cdot \ln [P / (10 - P)] - 1,19 \}.$$

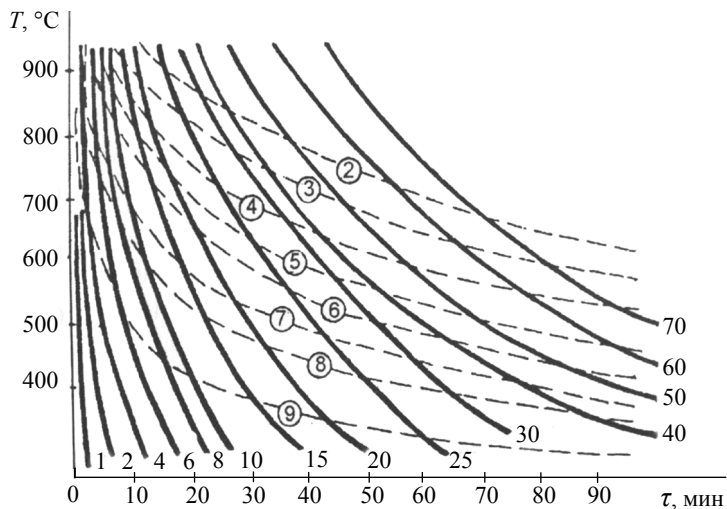


Рис. 2. Номограмма для определения температуры и длительности горения древесины в точке отбора пробы [31] (при  $P > 2$ ): —  $H$ , мм; ----  $P = \lg R$  [35]

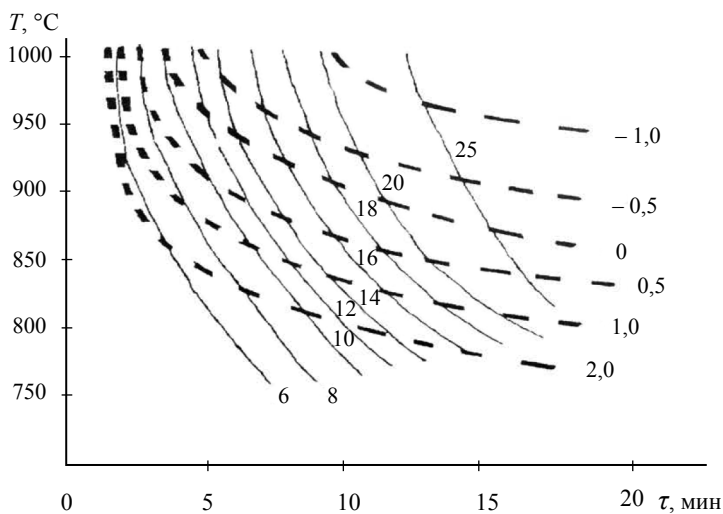


Рис. 3. Номограмма для определения температуры и длительности горения древесины в точке отбора пробы [31] (при  $P < 2$ ): —  $H$ , мм; ----  $P = \lg R$

Если температура горения ( $T$ ) оказалась ниже  $620\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то определяют время «индукционного периода» ( $\tau_0$ , мин) по формуле:

$$\tau_0 = 77 - 0,086T.$$

Если температура горения оказалась выше 620 °С, то значение  $\tau_0$  принимается равным нулю. Время горения древесины в точке отбора пробы определяют по формуле:

$$\tau = \tau_0 + \tau_r$$

Если исследуемая проба угля извлечена с изделия, обугленного на всю глубину, то определяют время выгорания угля ( $\tau_y$ ) по формуле:

$$\tau_y = \Delta H_y \cdot \exp(690 \cdot T^{-1}),$$

где  $\Delta H_y$  – толщина выгоревшего слоя угля.

Для этого случая общее время теплового воздействия в зоне отбора пробы определяют по формуле:

$$\tau = \tau_r + \tau_0 + \tau_y.$$

10. Наносят на план места пожара значения температуры горения ( $T$ ) и общего времени теплового воздействия ( $\tau$ ) напротив исследованных точек. Окончательно заполняют рабочую таблицу. Выделяют места с наибольшими значениями  $\tau$ .

Алгоритм исследования термических повреждений изделий из ДСП аналогичен алгоритму исследования обугленных изделий из древесины. Отличия заключаются в следующем: толщину слоя угля ( $h_y$ ) не определяют; определяют значение величины потери сечения ( $h_n$ ) путем прямого замера либо по разнице между толщиной плиты в точке отбора пробы и толщиной ее на участке, не подвергавшемся термическому воздействию.

Расчет ориентировочных значений температуры и длительности горения в ходе пожара определяют по номограмме (рис. 4) или по формулам:

$$T = 4080 / \{ \ln [h_n \cdot P / (11 - P)] + 3,61 \};$$

$$\tau = \exp \{ 1,5 \cdot \ln h_n + 0,5 \cdot \ln [P / (11 - P)] + 0,51 \}.$$

При исследовании термических повреждений полимерных материалов определение электросопротивления обугленных остатков проводят на аппаратуре, используемой для исследования древесных углей, при тех же режимах измерения. Аналогично готовят пробы (сушат, измельчают). Геометрические замеры (потеря сечения, глубина обугливания и др.) не производят.

После окончания исследования наносят полученные значения удельного электросопротивления (или его логарифма) на план места

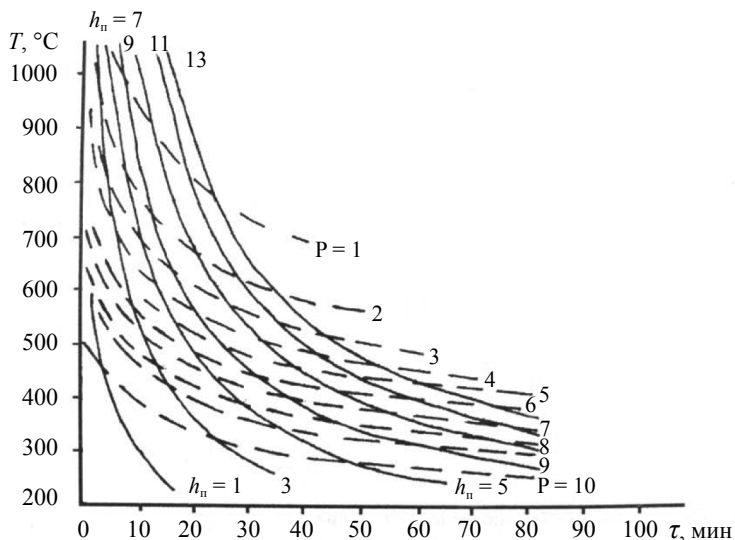


Рис. 4. Номограмма для определения температуры и длительности горения ДСП: —  $h_n$ , мм; ----  $P = \lg R$  [35]

пожара. Выделяют зону (зоны) с наименьшим значением удельного электросопротивления (или его логарифма), соответствующую зоне (зонам) наибольших термических поражений.

### ***Исследование термических повреждений лакокрасочных покрытий***

Обугленные остатки ЛКП – важный объект визуального исследования, содержащий информацию об очаге пожара. Сведения о цвете ЛКП однотипных изделий и конструкций в различных зонах пожара должны обязательно фиксироваться в протоколах осмотра места пожара и на соответствующих схемах и планах, прилагаемых к протоколу.

При термическом воздействии на ЛКП его цвет изменяется по следующей схеме: желтеет → коричневеет → чернеет → светлеет → приобретает цвет наполнителя (пигмента); происходят постепенное разложение и выгорание органической составляющей ЛКП: до температуры 400 °С – обугливание (карбонизация) органической массы покрытия (следствием этого является его потемнение); при темпе-

ратуре выше 450 °С карбонизованный остаток органической части начинает выгорать и при достаточных температуре и длительности теплового воздействия может выгореть полностью.

У нитроцеллюлозных покрытий термическое разложение пленкообразователя начинается при 150 °С и сопровождается заметной убылью массы (до 10–12 %); у пентафталевых и масляных покрытий – при температуре около 200 °С (табл. 2 и 3).

Таблица 2

**Изменение цвета нитроцеллюлозных (НЦ), масляных (МА) и пентафталевых (ПФ) покрытий при нагревании**

Температура нагрева, °С	Изменения цвета покрытия		
	НЦ	МА	ПФ
200	Среднее потемнение	Легкое потемнение	Легкое потемнение
300	Темный (черный)	Среднее потемнение	Среднее потемнение
400	Черный	Черный	Черный
500	Среднее потемнение	Среднее потемнение	Среднее потемнение
600	Цвет неорганических пигментов и наполнителей	Цвет неорганических пигментов и наполнителей	Цвет неорганических пигментов и наполнителей

Таблица 3

**Изменение цвета покрытия меламиноалкидной эмалью (МЛ)<sup>1</sup> и нижнего слоя (грунта) при нагревании**

Температура нагрева, °С	Время нагрева, мин	Состояние покрытия
Температура окружающей среды	0	Белый верхний слой эмали, нижний слой серого цвета
100–200	5–15	Визуальных изменений не наблюдается
300	5	Легкое пожелтение. Поверхность глянцевая
300	10	Поверхность желто-серого цвета, глянцевая. Нижний слой серого цвета

<sup>1</sup> Для покрытий МЛ-1110, МЛ-19, МЛ-152, МЛ-12.

Температура нагрева, °С	Время нагрева, мин	Состояние покрытия
300	15	Поверхность светло-коричневого цвета, глянцевая. Нижний слой серого цвета
400	5	Поверхность темно-коричневого цвета, глянцевая. Нижний слой светло-коричневого цвета
400	10	Поверхность черного цвета, глянцевая. Наблюдается фрагментарное мелкочаеистое вспучивание. Нижний слой коричневого цвета
400	15	Поверхность черного цвета, глянцевая. Наблюдается мелкочаеистое вспучивание на всей площади. Нижний слой темно-коричневого цвета
500	5	Поверхность черного цвета, глянцевая. Мелкочаеистое вспучивание на всей площади, частичное отслоение. Нижний слой черного цвета
500	10	Поверхность грязно-серого цвета, матовая. Верхний слой в виде порошка, легко стирается. Нижний слой серого цвета
500	15	Поверхность бело-серого цвета, матовая. Верхний слой в виде порошка, частично отслаивается, легко стирается. Нижний слой серого цвета, матовый
600	5	Поверхность бело-серого цвета, матовая. Верхний слой в виде порошка, легко осыпается. Нижний слой серого цвета, с мелкочаеистым отслоением

### Совокупность признаков, характеризующих очаг пожара

Очаг пожара и особенности его динамики устанавливаются по результатам исследования места происшествия исходя из выявленных при этом специфических (так называемых очаговых) признаков, которые образуются в результате горения в процессе пожара и представляют собой интегральную характеристику пожара, служащую объективным основанием для формулирования вывода эксперта.

Очаговые признаки, как правило, локальны, что обусловлено более глубокими термическими поражениями (за счет более продолжительного горения, чем на других участках). Однако при воспламенении, например, горючей жидкости на большой площади очаговые признаки могут не отличаться локальностью.

В общем случае очаг – это зона наиболее длительного горения, хотя нельзя исключать, что после прогорания материалов на некоторое время горение в очаге может прекратиться и в дальнейшем пожар будет развиваться на других участках (там, где имеется большее количество материалов пожарной нагрузки). После того как горение возникло, фронт пламени (фронт тления) распространяется по непрерывно или дискретно распределенным материалам пожарной нагрузки; этот процесс сопровождается увеличением температуры и плотности задымления помещения со скоростью, которая зависит от тепловой мощности первичного очага горения, свойств, состояния и распределения материалов пожарной нагрузки, а также от условий воздухообмена. Начинается формирование соответствующих признаков на ограждающих конструкциях и предметах окружающей обстановки, что обычно наиболее явно наблюдается на небольших (неразвившихся) пожарах.

В настоящее время принято выделять следующие две группы характерных признаков, обнаруживаемых при исследовании места пожара:

1) признаки на участке очага пожара:

непосредственно в очаге (сквозные и слепые прогары, наслоения продуктов горения и др.);

очаговый конус (в виде «отпечатков» конусообразной, расширяющейся кверху конвективной колонки над очагом);

над очагом (на перекрытиях и несущих балочных конструкциях в виде локализованного обгорания, окопчения (либо выгорания окопчения) или термического повреждения вследствие воздействия газообразных продуктов горения);

2) признаки направленности распространения горения в виде поражений и следов обгорания, деформации и окопчения:

последовательно затухающих (на протяженных конструкциях и совокупности множества однотипных элементов, распределенных в пространстве, например, на чердачных стропилах);

произвольно расположенных (на отдельных, неравномерно распределенных предметах и конструкциях).

Перечисленные признаки не всегда могут быть обнаружены на пожаре, поскольку в процессе его развития и тушения сложившаяся исходная картина претерпевает изменения, признаки очага пожара и направленности распространения горения видоизменяются, а иногда полностью исчезают. Однако фрагментарная информация о динамике пожара может собираться и из таких источников, как, например, наслоения копоти, образующиеся вследствие осаждения сажистых частиц из восходящего потока продуктов горения; такое осаждение происходит наиболее интенсивно в начале пожара на сравнительно слабо прогретой конструкции (температура поверхностей до 500–550 °С).

На развитие пожара в значительной степени влияют условия воздухообмена: для активного горения материалов требуется довольно много воздуха (в среднем 5–8 м<sup>3</sup> на 1 кг горючих материалов типа древесины, пластмасс, нефтепродуктов), поэтому в замкнутом объеме помещения в условиях ограниченного газообмена процесс горения замедляется, сопровождается сильным сажеобразованием (типичным признаком неполного сгорания горючих компонентов) и может даже полностью прекратиться. В таком случае при наличии в очаге пожара материала, способного к тлению (например, слоя древесных опилок), может образоваться очаг тления, который разрастается с небольшой скоростью как на поверхности, так и вглубь слоя материала; тление может продолжаться несколько часов и даже суток, перейдя затем в форму пламенного горения в совершенно неожиданном месте, удаленном от исходного очага на десятки метров. Поскольку фронт горения в подобных ситуациях уходит из исходного очага, очаговые признаки глубокого тления могут сохраниться и быть обнаружены при осмотре места пожара.

Более интенсивные прогары могут быть обусловлены увеличением притока воздуха за счет действия системы приточной вентиляции или естественного воздухообмена (через проемы, строительные пустоты или места обрушения конструкций в условиях пожара). Горячие газообразные продукты горения за счет меньшей плотности поднимаются, образуя конвективную струю. Кроме того, при горении внутри помещения газы, нагреваясь, вызывают незначительное повышение давления, которого достаточно для того, чтобы продавливать продукты горения в смежные помещения через неплотности в ограждениях (проемы, щели, неуплотненные отверстия в местах прокладки труб,

кабелей и т.д.), оставляя соответствующие следы термического воздействия и наслоения сажистых частиц.

При достаточном воздухообмене следы, характеризующие динамично развивающееся горение, формируются над очагом под действием конвективных потоков раскаленных газов. Нагревая на своем пути строительные конструкции, конвективные потоки приводят к их прогреву, деформированию и разрушению, воспламенению строгаемых материалов. Поэтому в зоне восходящей и расширяющейся конвективной струи от очага образуются часто имеющие ярко выраженный локальный характер термические поражения материалов и конструкций в виде «отпечатков», в совокупности составляющие так называемый очаговый конус с вершиной, направленной к очагу. Под влиянием воздушных потоков в проемах и пустотах, близости потолочного перекрытия отпечатки конуса могут отклоняться от вертикали. Однако после полного охвата помещения пламенем горение происходит уже в режиме, сопоставимом с режимом работы печной или котельной топки; какие-либо специфические признаки, отражающие динамику пожара, на этой стадии уже не образуются, а ранее сформировавшиеся очаговые признаки могут быть даже уничтожены.

Проявление закономерностей формирования очаговых признаков во многом зависит от особенностей конкретного объекта пожара. Так, для транспортных средств (автомобиль, железнодорожный вагон, судно) характерен сравнительно быстрый прогрев металлической обшивки, что сопровождается обгоранием ЛКП и образованием на поверхности обшивки следов неравномерного прогрева в виде зон с различным цветовым оттенком, что позволяет уже при наружном осмотре дифференцировать зоны по степени нагрева и сориентироваться в расположении предполагаемого очага пожара.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Компьютер, цветной принтер, сканер, программное обеспечение.

Цифровой фотоаппарат.

Принадлежности для обеспечения безопасности работы экспертов (костюмы, каски, дозиметр, краги, спасательные комплекты и др.).

Диктофон.

Видеокамера.

Полевые радиостанции.

Эталонный молоток Кашкарова (или его аналог).

Передвижная пожарно-техническая лаборатория на базе автомобиля ГАЗ-2705-034 с комплектом вспомогательного оборудования (или ее аналог).

Прибор типа «Каскад».

Приборный комплекс типа «Вихрь».

Приборный комплекс типа «Ультратерм».

Приборно-инструментальный комплект типа «Пресс».

Инфракрасный термометр (пирометр).

Газоанализатор типа «Колион».

Набор инструментов (штангенциркуль, молоток, гаечные ключи и др.).

Упаковочные материалы (пакеты, емкости, бумага и др.).

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и представленными материалами дела. Определение достаточности исходной информации для решения поставленных вопросов<sup>1</sup>. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы.

2. Анализ представленных материалов и/или осмотр места происшествия; изучение результатов инструментальных исследований. Сравнительное исследование веществ, материалов, предметов, конструкций и изделий, составляющих вещную обстановку места происшествия. По степени термических и иных повреждений выявление участка (или участков), где такие повреждения могут быть охарактеризованы как признаки очага пожара.

3. Уточнение данных (с использованием представленных материалов дела или дополнительных сведений) о виде, свойствах и количестве, способе складирования, виде упаковки материалов пожарной нагрузки, размещавшихся на каждом участке с признаками очага пожара.

4. Анализ возможности образования очаговых признаков вследствие проявлений свойств горючих материалов, неравномерности размещения горючей нагрузки на объекте и с учетом особенностей развития пожара.

---

<sup>1</sup> При недостаточности исходных данных – вынесение ходатайства о проведении дополнительного осмотра места пожара.

5. Анализ полученных от очевидцев пожара сведений о наблюдавшейся динамике развития пожара во времени и направлениях распространения огня (для оценки возможной продолжительности протекания пожара на тех участках, где обнаружены очаговые признаки).

6. Выявление особенностей воздухообмена в местах расположения очаговых признаков по имеющимся сведениям о конструктивных характеристиках объекта пожара.

7. Уточнение (при осмотре места происшествия, при анализе материалов дела) сведений о характере проводившихся на объекте исследования работ и действий отдельных лиц, о нештатных ситуациях и явлениях, которые происходили или могли происходить в зоне очага пожара и быть причастными к нему.

8. Анализ полученных результатов. Формулирование вывода.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод об очаге пожара формулируется при точном установлении зоны с характерными очаговыми признаками, не совпадающей с сосредоточением пожарной нагрузки.

#### *Примеры.*

1. Очаг пожара, произошедшего 22.04.2007 г. на территории завода «Красный луч», находился в северо-западном углу горячего цеха кухни заводской столовой, в районе расположения электроплиты приготовления вторых блюд.

2. Очаг пожара (место первоначального возникновения горения) находится в задней левой части бокса № 313 3-й линии ГК «Атомщик».

Предположительный (вероятный) вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных характерных следов термических повреждений.

#### *Примеры.*

1. Очаг пожара, произошедшего 31.12.2005 г. на территории ГСК «Мотылек», вероятно, находился внутри бокса № 1250А, в месте расположения моторного отсека автомобиля ЗАЗ-965М. Вероятная форма вывода обусловлена причинами, изложенными в исследовательской части.

2. По представленным материалам определить точный очаг пожара экспертным путем не представляется возможным. Очаговая зона располагается в юго-восточном углу комнаты гр-на Л., в месте нахождения отопительной печи.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в случаях, когда:

а) представленных материалов недостаточно для выявления характерных следов термических повреждений и их дифференциации по степени термического воздействия;

б) первоначальная обстановка на месте происшествия необратимо видоизменена;

в) отсутствует (термически уничтожен) объект исследования.

*Примеры.*

1. Установить очаг пожара, произошедшего 31.01.2009 г. в здании КВД № 2 г. Рошаль, не представляется возможным в связи с тем, что на момент проведения экспертного осмотра деревянное строение диспансера полностью разрушено вследствие тушения пожара с использованием тяжелой бульдозерной и коммунальной вакуумной спецтехники для механизированного сбора жидких отходов (ассенизационных машин).

2. Ответить на вопросы о месте возникновения и количестве очагов пожара экспертным путем не представляется возможным ввиду отсутствия необходимых исходных данных и вещественных доказательств.

### Литература

1. Бибииков В.В., Булдырев Е.К., Одиночкина Т.Ф. и др. Комплексное физико-химическое исследование строительных красок. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1978.

2. Волынский В.А. Техничко-криминалистическое обеспечение раскрытия и расследования преступлений. – М.: ВНИИ МВД России, 1994.

3. Геллер Ю.А., Рахитад А.Г. Материаловедение. – М., 1989.

4. Горелик С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов. – М., 1978.

5. Григорьян А.С. Расследование поджогов. – М., 1971.

6. Диагностика причин разрушения металлических проводников, изъятых с места пожара / А.И. Колмаков, Б.В. Степанов, С.И. Зернов и др. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

7. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров: Пер. с англ. / Под ред. Ю.А. Кошмарова и В.Е. Макарова. – М., 1990.

8. Зенков Н.И. Строительные материалы и поведение их в условиях пожара. – М., 1974.

9. Ильин Н.А. Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции. – М., 1979.

10. *Ильин Н.А.* Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром. – М., 1983.
11. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия / Л.С. Митричев, Е.Р. Россинская, А.И. Колмаков и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1986.
12. *Колмаков А.И. и др.* Экспертное исследование металлических изделий (по делам о пожарах) / Под ред. А.И. Колмакова. – М.: ЭКЦ МВД России, 1994.
13. Комплексное определение параметров нагрева полимерных материалов и металлических изделий, используемых на железнодорожном и авиационном транспорте / Н.М. Граненков, О.О. Денисова, Г.А. Дюбаров и др. – М., 1991.
14. *Косарев Б.В.* Разработка метода обнаружения очаговых признаков пожара на бетонных и железобетонных конструкциях с помощью УЗ-волн: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1991.
15. *Кофстад П.* Высокотемпературное окисление металлов / Пер. с англ. – М., 1969.
16. *Лебедев К.Б.* Выявление следов больших переходных сопротивлений после пожара на строящихся и эксплуатируемых объектах: Дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2002.
17. *Макагонов В.А.* Бетон в условиях высокотемпературного нагрева. – М., 1979.
18. *Маковкин А.В., Зернов С.И., Кабанов В.Н.* Изучение состояния электрооборудования при осмотре места пожара. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.
19. *Маковкин А.В., Кабанов В.И., Струков В.М.* Проведение экспертных исследований по установлению причинно-следственных связей аварийных процессов в электросети с возникновением пожара. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.
20. *Мегорский Б.В.* Методика установления причин пожаров. – М., 1966.
21. Обнаружение и исследование легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в вещественных доказательствах, изымаемых с места пожара / Р.Х. Кутуев, И.Д. Чешко, Б.С. Егоров, В.Г. Голяев. – М., 1985.
22. Окисление металлов / Под ред. Ж. Бернара / Пер. с франц. – М., 1969.

23. Отбор проб и изъятие вещественных доказательств на месте пожара / В.Г. Голяев, С.Г. Ефимов, Б.С. Егоров, В.Г. Плотников. – СПб., 1998.

24. *Попов И.А.* Расследование пожаров: Правовое регулирование. Организация и методика. – М., 1998.

25. Порядок производства по делам об административных правонарушениях в области пожарной безопасности. – М., 2002.

26. Расследование преступлений, связанных с нарушением правил пожарной безопасности. – М., 2002.

27. *Северденко В.П. и др.* Окалина при горячей обработке металлов давлением. – М., 1977.

28. *Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А.* Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах. – М., 1980.

29. *Смелков Г.И., Пехотиков В.А.* Пожарная безопасность светотехнических изделий. – М., 1991.

30. *Смелков Г.И.* Пожарная опасность электропроводок в аварийных режимах. – М., 1984.

31. *Смирнов К.П., Чешко И.Д., Егоров Б.С. и др.* Комплексная методика определения очага пожара. – Л., 1987.

32. *Сорокин М.Ф.* Химия и технология пленкообразующих веществ. – М., 1989.

33. *Чешко И.Д., Голяев В.Г.* Исследование обгоревших остатков лакокрасочных покрытий строительных конструкций с целью выявления очаговых признаков пожара. – Л., 1988.

34. *Чешко И.Д.* Технические основы расследования пожаров. – М., 2002.

35. *Чешко И.Д.* Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). – СПб., 1997.

36. *Шульгин С.О.* Полевые экспресс-методы исследования стальных конструкций и предметов при установлении очага пожара: Дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 1999.

37. Экспертное исследование обугленных остатков древесины с целью установления условий теплового воздействия и выявления очаговых признаков пожара / И.Д. Чешко, Б.С. Егоров, В.Г. Голяев, К.П. Смирнов // Экспертная техника. – Вып. 99. – М., 1985.

## УСТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРИЧИНЫ ПОЖАРА

*В.Ю. Ключников, А.В. Довбня, А.И. Богатищев,  
Л.В. Дашко, С.О. Шульгин*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление технической причины пожара.

### Объекты исследования

Вещества и материалы, оборудование и другие предметы вещной обстановки – материальные носители информации о причине пожара, имеющие отношение к обстоятельствам его возникновения, развития и ликвидации, а также документальные данные, содержащиеся в материалах дела:

материальная обстановка места пожара;

предметы, вещества и материалы, оборудование или узлы, детали оборудования, имеющие следы горения или причастные к возникновению пожара;

информация об объекте пожара, а также сведения об используемом оборудовании, электроприборах и др., способных послужить источниками возникновения пожара;

характеристика самого явления пожара, обстоятельств его возникновения, обнаружения, процесса развития и ликвидации горения на пожаре;

проектная, технологическая, конструкторская, эксплуатационная и иная документация объекта пожара.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Какова техническая причина возникновения пожара?

Мог ли пожар произойти в результате самовозгорания вещества (материала) при указанных условиях?

Возможно ли возгорание при контакте малоразмерного источника зажигания с указанным горючим материалом или веществом?

Возможно ли возгорание указанного материала (вещества) от тепловых процессов, сопровождающих аварийные режимы работы в электросетях и электроустановках?

Возможно ли возгорание указанного материала (вещества) от воздействия высоконагретой поверхности?

Возможно ли возгорание указанного материала (вещества) от воздействия источника открытого огня?

Возможно ли возгорание указанного материала (вещества) от статического электричества?

Возможно ли возгорание указанного материала (вещества) от тепловых процессов, сопровождающих природные явления (грозовой разряд, фокусировка солнечных лучей, высоконагретые частицы при извержении вулканов и т.д.)?

Возможно ли возгорание указанного материала (вещества) от тепловых процессов, сопровождающих трение узлов, механизмов, деталей и тел?

### **Сущность методики**

Определение технической причины возникновения пожара<sup>1</sup> методом последовательного выдвижения, проверки и исключения (подтверждения) экспертных версий о возможных причинах пожара исходя из наличия тепловых источников зажигания<sup>2</sup> в установленном месте первоначального возникновения горения (очаге пожара) и о возможности воспламенения горючих материалов от этих источников.

### **Подзадачи**

Проверка версии о причине возникновения пожара, связанной с аварийным режимом работы электросетей и электроустановок.

Проверка версии о возникновении пожара от малоразмерных источников зажигания.

Проверка версии о возникновении пожара от воздействия высоконагретой поверхности.

Проверка версии о возникновении пожара от воздействия открытого огня.

---

<sup>1</sup> Техническая причина пожара – явление, обуславливающее возникновение пожара.

<sup>2</sup> Источник зажигания – средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения.

Проверка версии о возникновении пожара вследствие самовозгорания веществ и материалов.

Проверка версии о причине возникновения пожара, связанной с природными явлениями.

Проверка версии о причине возникновения пожара, связанной со статическим электричеством.

1. Исходя из назначения и характеристики объекта устанавливается потенциальный источник зажигания.

Объект	Потенциальный источник зажигания
Здания жилые с постоянным и/или временным проживанием людей	Электрическая дуга <sup>1</sup> , образующаяся при коротком замыкании <sup>2</sup> ; тепловыделение на переходном сопротивлении; высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети <sup>3</sup> ; повышенный нагрев элементов электроустановки; высоконагретые поверхности теплопроизводящих установок и агрегатов (отопительные или нагревательные печи, плиты и др.); фокусировка солнечных лучей; тлеющие табачные изделия; открытый огонь.
Здания производственного назначения	Электрическая дуга, образующаяся при коротком замыкании; тепловыделение на переходном сопротивлении; высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети;

<sup>1</sup> Электрическая дуга – явление образования устойчивого электрического разряда между двумя металлическими элементами электроустановок, имеющими различные потенциалы.

<sup>2</sup> Короткое замыкание – аварийный процесс в электроустановке, при котором через очень малое сопротивление происходит соединение разнополярных проводников, находящихся под напряжением.

<sup>3</sup> Перегрузка – прохождение по элементу электросети суммарного тока, превышающего его номинальное значение, на которое рассчитан данный элемент (провод, кабель, устройство электрозащиты).

повышенный нагрев элементов электроустановки;  
высоконагретые поверхности теплопроизводящих установок и агрегатов (отопительные или нагревательные печи, плиты и др.);  
высоконагретые газовые потоки;  
частицы горящего материала;  
раскаленные частицы, образующиеся при механическом воздействии (ударах, механической обработке);  
раскаленные частицы, образующиеся при производстве сварочно-резательных работ;  
статическое электричество;  
самовозгорание веществ и материалов;  
тлеющие табачные изделия;  
открытый огонь.

Здания предприятий торговли

Электрическая дуга, образующаяся при коротком замыкании;  
тепловыделение на переходном сопротивлении;  
высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети;  
повышенный нагрев элементов электроустановки;  
высоконагретые поверхности теплопроизводящих установок и агрегатов (отопительные или нагревательные печи, плиты и др.);  
фокусировка солнечных лучей;  
тлеющие табачные изделия;  
открытый огонь.

Здания складские и вспомогательные

Электрическая дуга, образующаяся при коротком замыкании;  
тепловыделение на переходном сопротивлении;  
высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети;

Здания непроизводственного назначения с временным пребыванием людей	<p>повышенный нагрев элементов электроустановки; фокусировка солнечных лучей; самовозгорание веществ и материалов; тлеющие табачные изделия; открытый огонь.</p>
Объекты сельскохозяйственного назначения	<p>Электрическая дуга, образующаяся при коротком замыкании; тепловыделение на переходном сопротивлении; высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети; повышенный нагрев элементов электроустановки; тлеющие табачные изделия; открытый огонь.</p> <p>Электрическая дуга, образующаяся при коротком замыкании; тепловыделение на переходном сопротивлении; высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети; повышенный нагрев элементов электроустановки; высоконагретые поверхности теплопроизводящих установок и агрегатов (отопительные или нагревательные печи, плиты и др.); высоконагретые газовые потоки; частицы горящего материала; раскаленные частицы, образующиеся при механическом воздействии (ударах, механической обработке); раскаленные частицы, образующиеся при выполнении электрогазосварочных работ и механической обработке металла; статическое электричество;</p>

	<p>разряд молнии; фокусировка солнечных лучей; самовозгорание веществ и материалов; тлеющие табачные изделия; открытый огонь.</p>
Транспортные средства	<p>Электрическая дуга, образующаяся при коротком замыкании; тепловыделение на переходном сопротивлении; высокая температура токопроводящих жил проводов и кабелей, образующаяся вследствие перегрузки в электросети; повышенный нагрев элементов электроустановки; высоконагретые поверхности деталей и узлов (системы выпуска отработанных газов, тормозной системы и др.); высоконагретые газовые потоки системы выпуска отработанных газов; раскаленные частицы, образующиеся при механическом воздействии (дорожно-транспортное происшествие, столкновение с препятствием); статическое электричество; тлеющие табачные изделия; самовозгорание веществ и материалов; открытый огонь.</p>
Леса и кустарники	<p>Тлеющие табачные изделия; открытый огонь; разряд молнии; фокусировка солнечных лучей; самовозгорание веществ и материалов.</p>

2. Исходя из представленных материалов дела и с учетом характеристики объекта и потенциальных источников зажигания проводятся сбор и анализ сведений о типичных проявлениях причины, времени возникновения горения, особенностях обстановки на объекте пожара перед его возникновением и иных сведений.

Техническая причина	Типичные проявления и характерные сведения
Аварийный режим работы в электросетях и электроустановках:	<p>Наличие электросети, находившейся под напряжением;</p> <p>наличие электротехнических объектов (жил кабельных изделий, металлических оболочек, устройств электрозащиты и коммутации, электропотребителей) с повреждениями, характерными для действия электрического тока;</p> <p>сведения о колебаниях напряжения в электросети перед обнаружением пожара, во время пожара (мигание электроламп, торможение электродвигателей);</p> <p>сведения об аварийных ситуациях на электроподстанции и в линиях электропередачи (схлестывание проводов воздушных линий электропередачи или наброс на них электропроводника, ошибочные действия персонала при переключениях фазных проводов при ремонтных и других работах);</p> <p>сведения о зафиксированных ранее нарушениях правил устройства и/или эксплуатации электроустановок;</p> <p>сведения о проведении ремонтных работ в электроустановке перед пожаром;</p>
короткое замыкание	<p>снижение накала и нестабильное свечение электроламп;</p> <p>снижение скорости вращения электродвигателей;</p> <p>повышенный шум и подтормаживание трехфазных асинхронных двигателей;</p> <p>самопроизвольное отключение магнитных пускателей;</p>
тепловыделение на переходном сопротивлении	<p>наличие остатков соединений (винтовые соединения, скрутки, касания проводников) с оплавлениями;</p> <p>наличие остатков соединений проводников, поверхность которых имеет цвета побежалости;</p>

	<p>наличие неплотных электрических соединений;</p> <p>наличие скруток и других неправильно выполненных соединений элементов электроустановки;</p> <p>сведения о повышенном нагреве элементов электроустановки до пожара;</p> <p>сведения о специфическом запахе в результате термодеструкции электроизоляции перед пожаром;</p> <p>повышенное содержание влаги и агрессивных химических веществ в воздухе;</p>
токовая перегрузка	<p>сведения о повышенной температуре и вздутии изоляционной оболочки проводов, кабелей и других элементов электроустановки перед пожаром;</p> <p>сведения о специфическом запахе разлагающейся электроизоляции, электроизоляционных лаков и масел перед пожаром;</p> <p>снижение скорости вращения электродвигателей;</p>
повышенный нагрев элементов электроустановки	<p>наличие в зоне очага пожара электроприборов (электронагревательные приборы, лампы накаливания и люминесцентные и др.);</p> <p>наличие глубоких локальных прогаров;</p> <p>наличие на электроприборе следов интенсивного термического воздействия (цвета побелости, пластические деформации);</p> <p>наличие на шнуре электроприбора признаков включения в электророзетку (оплавление жил, отсутствие окопчения в гнездах электророзетки).</p>
Воздействие малоразмерных источников зажигания:	
тлеющие табачные изделия	<p>сведения о курении в зоне очага пожара перед его обнаружением;</p> <p>сведения о доступности зоны очага пожара для попадания в нее тлеющих табачных изделий;</p>

	<p>сведения об интенсивном дымообразовании перед обнаружением пожара;</p> <p>сведения о наличии в зоне очага пожара материалов, имеющих способность тлеть;</p> <p>наличие глубоких локальных прогаров;</p>
<p>раскаленные частицы, образующиеся при сварочно-резательных работах</p>	<p>сведения о наличии или использовании в зоне очага пожара установок и оборудования для проведения электросварки, газовой сварки, термитной сварки;</p> <p>достижение раскаленными частицами горючих материалов<sup>1</sup> в очаге пожара (разлет в стороны и вниз, проникновение сквозь отверстия и щели);</p> <p>наличие глубоких локальных прогаров;</p> <p>сведения об интенсивном дымообразовании перед обнаружением пожара;</p> <p>сведения о наличии в зоне очага пожара материалов, имеющих способность тлеть;</p>
<p>частицы горящего материала</p>	<p>сведения о наличии или использовании в зоне очага пожара стационарных и мобильных установок и оборудования (двигателей внутреннего сгорания, топочных камер, дизельных электрогенераторов и др.), в которых сжигается твердое или жидкое топливо с возможностью выброса недогоревших частиц;</p> <p>сведения о выбросе искр из дымовой трубы, об отсутствии или неисправности искроулавливателя и др.;</p> <p>возможность достижения горящими частицами горючих материалов в очаге пожара;</p> <p>наличие глубоких локальных прогаров;</p> <p>сведения об интенсивном дымообразовании перед обнаружением пожара;</p>

---

<sup>1</sup> Горючие материалы – вещества, способные гореть после удаления источника зажигания.

	<p>сведения о наличии в зоне очага пожара материалов, имеющих способность тлеть, или парогазовоздушных смесей, имеющих повышенную пожаровзрывоопасность при контакте с малоразмерными источниками зажигания;</p>
<p>раскаленные частицы, образующиеся при ударах, механической обработке</p>	<p>сведения о наличии или использовании в зоне очага пожара установок и оборудования (например, для механической обработки материалов), подвижных машин, ручного инструмента, механизмов и транспортных средств, имеющих способность фрикционного искрообразования и тепловыделения (с ярко светящимися частицами размером 0,1–0,5 мм); наличие глубоких локальных прогаров; сведения об интенсивном дымообразовании перед обнаружением пожара; сведения о наличии в зоне очага пожара материалов, имеющих способность тлеть, или парогазовоздушных смесей, имеющих повышенную взрывоопасность при контакте с малоразмерными источниками зажигания;</p>
<p>тепло, выделяющееся при ударе</p>	<p>наличие или использование в зоне очага пожара установок и оборудования, имеющих способность ударного искрообразования; наличие глубоких локальных прогаров; сведения о наличии в зоне очага пожара материалов, имеющих способность тлеть.</p>
<p>Воздействие высоконагрев- той поверхности:</p>	<p>наличие в зоне очага пожара стационарных или мобильных теплопроизводящих установок и агрегатов, в которых сжигается топливо (энергопреобразующих, отопительных или нагревательных печей, теплосиловых установок); сведения о работе технологической установки, в которой сжигается топливо, в аварийном режиме;</p>

сведения об искрении, потрескивании, высоком перегреве (вплоть до свечения при пониженной освещенности) отдельных частей поверхности;  
 наличие в зоне очага пожара конструктивных элементов, прогревавшихся в течение длительного или краткого времени от внешнего источника (например, при сварке или термической резке, под воздействием пламени костра, факела и пр.);  
 наличие признаков локального термического воздействия на негорючие материалы;  
 сведения об интенсивном дымообразовании перед обнаружением пожара;  
 наличие в зоне очага пожара материалов, склонных к тлению;

интенсивный нагрев при трении

сведения о работе в аварийном режиме (перекос, заедание, сухое трение) технологической установки, в которой имеются постоянно вращающиеся или движущиеся поступательно элементы;

Воздействие источника открытого огня:

сведения о работе аппаратов и технологических установок (отопительные печи, плиты для приготовления пищи и технологических целей, газоводонагревательные приборы, паяльные лампы, керосинорезы и др.);  
 сведения о применении открытого огня (спичек, зажигалок, свечей, лучин, факелов, паяльных ламп и др.) вблизи зоны очага пожара;  
 сведения о применении пиротехнических изделий; взрывы или вспышки, наблюдавшиеся непосредственно перед пожаром;  
 наличие или использование в зоне очага пожара установок и оборудования, склонных к самопроизвольному выбросу пламени;

сведения о работе технологической установки, в которой сжигается топливо, в аварийном режиме перед пожаром (срабатывание взрывных и предохранительных клапанов, сажеобразование, образование трещин в корпусе огневой камеры и др.);

сведения о возможном образовании пожаро- и взрывоопасной системы (например, при утечке пара, газа, пыли или жидкости из технологического аппарата) при штатной и нештатной (аварийной) ситуациях.

3. Исходя из результатов анализа полученных сведений о типичных проявлениях причины проводятся исследования по проверке конкретных версий о технической причине пожара.

***Проверка версии о возникновении пожара,  
связанном с аварийным режимом работы электросетей  
и электроустановок***

При эксплуатации электротехнического оборудования возможны различные механические повреждения, нарушение качества изоляции, ослабление контактов и перегрузка, которые в определенных случаях вызывают аварийный режим работы оборудования, машин, приборов и установок, что приводит к горению<sup>1</sup> изоляции, деталей оборудования, а также материалов или конструкций, находившихся в контакте или близости от электротехнического оборудования, к воспламенению или взрыву пожаро- или взрывоопасной среды.

Аварийный режим работы электрооборудования включает в себя следующие аварийные процессы: короткое замыкание; перегрузку; большие переходные сопротивления<sup>2</sup> (либо их совокупность).

---

<sup>1</sup> Горение – совокупность физических и химических процессов, основой которых является быстропотекающая реакция окисления, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и излучением света.

<sup>2</sup> Большие переходные сопротивления возникают в местах перехода тока с одного проводника на другой (либо с проводника на электрический аппарат) при наличии плохого контакта (например, в местах соединений и оконцеваний проводов, в контактах машин и аппаратов).

*Короткое замыкание*

Коротким замыканием называется образование электрического контакта вследствие соединения разнополярных проводников электрической цепи, не предусмотренного нормальными условиями работы. При коротком замыкании общее сопротивление электрической цепи резко уменьшается, что приводит к значительному увеличению силы тока в ней по сравнению с токами нормального режима; температура токопроводящих жил резко увеличивается, вызывая воспламенение изоляции, а в отдельных случаях – и расплавление металла проводов. Причины короткого замыкания – повреждения изоляции при механических усилиях, под действием высоких температур, влаги, паров кислот и щелочей. Короткое замыкание может произойти и при несоответствии примененных марок проводов их фактическому назначению, при использовании слаботочных проводов (радиотрансляционных, телефонных и др.) для силовых и осветительных сетей, а также при схлестывании проводов наружных линий.

Характерными признаками короткого замыкания являются:

1. Оплавления проводов и кабелей, а также других частей электроустановок от возникшей электрической дуги, температура которой достигает 1500–4000 °С. Характер оплавлений на торцах проводов имеет либо гладкую круглую форму, либо вид наплавленных шариков металла. При сквозном прожоге трубы или оболочки, в которую были заключены провода, отверстия имеют различную конфигурацию с наплывом металла в виде капель и утолщений по краям.

Оплавления, возникшие в результате короткого замыкания, отличаются от оплавлений, которые происходили от воздействия тепла во время пожара.

При коротком замыкании наплывы на проводах и прожоги труб обнаруживаются только на участках, подверженных воздействию электрической дуги. Соседние, рядом расположенные участки, оплавлений и изменений формы металла не имеют.

2. При коротком замыкании в металлических трубах или бронированных кабелях может возникнуть устойчивая электрическая дуга, которая по мере расплавления проводника, трубы, брони или другой металлической оболочки перемещается вдоль, оставляя проплавленное отверстие (остальная часть защитной оболочки следов оплавлений, как правило, не имеет).

### *Перегрузка в электросетях и электроустановках<sup>1</sup>*

Перегрузка в электрических сетях, обмотках электродвигателей, приборах и аппаратах происходит от токовых нагрузок, превышающих допустимые (номинальные)<sup>2</sup>. При перегрузке увеличивается количество выделяемого проводниками тепла, что приводит к чрезмерному нагреванию, разрушению и воспламенению изоляционных материалов, а также частей арматуры и близко расположенных предметов.

При незначительных перегрузках процесс разрушения изоляции происходит постепенно. Так, при температуре нагрева проводника выше 70 °С изоляция высыхает и теряет эластичность; сопротивление изоляции резко снижается и возникает опасность короткого замыкания.

Перегрузка электродвигателей чаще всего возникает из-за неправильного выбора мощности двигателя (для заданного рабочего механизма) или из-за нештатного режима работы механизма, приводимого в работу двигателем. При эксплуатации трехфазных электродвигателей нередко происходит перегорание предохранителя на одной из фаз; при этом трехфазный электродвигатель продолжает работать на двух фазах, вследствие чего обмотки работающих фаз перегружаются и их изоляция воспламеняется.

Причиной перегрузки электродвигателей также могут быть перекос и заедание вала двигателя при недостаточном количестве смазки (или при ее отсутствии), что приводит к перегреву подшипников и остановке ротора электродвигателя от возникающего трения; если при этом двигатель не отключен от питания, то почти вся электрическая энергия, поступающая в обмотку двигателя, превратится в тепло, что приведет к воспламенению изоляции обмотки.

Наиболее характерными признаками перегрузки электроустановок являются следующие:

- повышенный нагрев элементов;
- специфический запах жженой резины, разлагающегося лака, масел;
- снижение накала электрических ламп;
- снижение скорости вращения электродвигателей;

---

<sup>1</sup> Подробное описание признаков перегрузки на элементах электрооборудования и электросетей см. [6, 13, 14, 16, 17, 25, 27, 28].

<sup>2</sup> Длительно допустимые нагрузки на провода и кабели с учетом сечения их токопроводящей жилы, вида изоляции, конструкции и способа прокладки определены действующими Правилами устройства электроустановок [23].

специфический шум; снижение оборотов и остановка двигателя (при работе трехфазного двигателя на двух фазах); наличие вздутий на поверхности электропроводов; потеря эластичности изоляции токоведущих жил.

*Большие переходные сопротивления*

Большие переходные сопротивления могут быть вызваны следующими причинами:

неплотное присоединение проводов к электрическим щитам, приборам, аппаратам и электрическим машинам;

окисление мест соединения проводов, что особенно часто происходит в проводах с алюминиевыми жилами (поверхность алюминиевых проводов на воздухе покрывается пленкой окисла, которая создает большое переходное сопротивление);

вибрация оборудования, которая приводит к ослаблению контактов;

соединение проводов, изготовленных из разнополярных металлов.

Наиболее характерными признаками образования больших переходных сопротивлений являются следующие:

повышенный нагрев мест соединения проводов, кабелей (или их контактов);

появление цветов побежалости на металле в местах соединения и подключения проводов;

хрупкость и растрескивание изоляции;

оплавление контактных соединений.

Исследования в целях установления причастности к пожару аварийных явлений в электроустановках и электросетях проводятся в рамках комплексной пожарно-технической, электротехнической и металловедческой экспертиз после обнаружения и фиксации соответствующих признаков, а также после сбора следующих данных:

тип электроподстанции, к которой подключен объект, и характеристика устройств электрозащиты на отходящей к объекту линии; расстояние до нее, марка, сечение жил и способ прокладки линии электропередачи до вводного электрощита; мощность и рабочее напряжение трансформатора; способ включения его обмоток;

схема разводки вводного электрощита; тип и номинальный ток аппаратов электрозащиты на вводе и на каждой линии, отходящей к потребителям электроэнергии, с указанием длины, марки и сечения

кабельных изделий; то же – для каждого последующего электрошита по направлению к участку, где предполагается возникновение пожара от аварийного режима работы электроустановки;

признаки несоответствия требованиям Правил устройства электроустановок, выявленные при осмотре электроустановки;

тип, марка элементов электроустановки (электродвигатели, нагревательные устройства, источники света, электробытовая аппаратура, радиотелевизионная техника, провода и кабели, коммутационная аппаратура и др.) с перечислением выявленных после пожара признаков оплавлений, прожогов корпусов и оболочек, локальных участков с выгоранием краски или измененным цветовым оттенком, а также признаков подключения к электросети.

При исследовании изучаются представленные материалы и производится предварительный осмотр вещественных доказательств; составляется план предстоящего исследования, осуществляется выбор основных методов и технических средств его проведения. Затем проводится исследование отдельных частей (фрагментов) вещественных доказательств:

визуальный осмотр; электрические измерения и микроскопические исследования для определения общего технического состояния, положения отдельных деталей и механизмов, контактных соединений, а также технических характеристик исследуемых элементов электросети; выявление признаков аварийных процессов;

уточнение (по результатам исследования) схемы электросети и подключенного электрооборудования; отражение на ней очага пожара и участков повреждений элементов электросети;

исследования методами металлографического, рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализов для установления природы и условий образования оплавлений на токоведущих элементах электросети и электрооборудования;

формирование частных (промежуточных) выводов.

После этого определяется характер взаимосвязей между отдельными элементами электрооборудования в процессе возникновения и развития аварийного режима. При комплексном электротехническом и пожарно-техническом исследовании решаются вопросы о возможности зажигания определенных материалов от пожароопасных факторов аварийных процессов (основу технических средств проведения исследований составляют расчетные теплотехнические методы

и технические устройства для проведения модельных или натуральных испытаний).

На основании синтеза полученных данных формируется окончательный вывод о наличии причинно-следственной связи аварийных процессов в электрооборудовании с возникновением пожара.

### ***Проверка версии о возникновении пожара от малоразмерных источников зажигания***

К малоразмерным источникам зажигания относятся следующие: тлеющие табачные изделия; раскаленные частицы при сварочно-резательных работах; раскаленные частицы топлива и раскаленные частицы механического происхождения.

#### *Тлеющие табачные изделия*

Возникновение пожара от действия тлеющего табачного изделия (далее – ТТИ) неизбежно связано с присутствием в очаге пожара соответствующих материалов. Максимальные температуры, развиваемые ТТИ в месте контакта тлеющей части с горючим материалом, достигают 380–530 °С; время тления – от 5 до 20 мин.

Тепловой энергии ТТИ достаточно для возникновения тления хлопчатобумажных тканей, мешковины, ваты, ватина, древесных опилок, сена, соломы и др., оплавления тканей из синтетических волокон или обжигания шерстяных тканей (без развития горения).

ТТИ в условиях, обеспечивающих накопление тепла в древесине (щели, углы деревянных конструкций, скопившиеся древесные отходы), при достаточном доступе воздуха может быть источником ее воспламенения; пламенное горение возникает при температуре тления 450–500 °С через 60–180 мин.

ТТИ, попавшее на опилки (естественные условия), вызывает их тление, но через 5–6 мин оно может прекратиться; само же ТТИ тлеет еще 5–15 мин, и выделяющееся при этом тепло с потоком воздуха проникает в глубь опилок (в 35 % случаев воспламенение опилок происходило через 130–180 мин).

ТТИ, попавшее в стружку, обычно заваливается вглубь на 5–10 см; обилие в массе стружек воздуха создает условия для конвекции тепла и отхода продуктов тления (в 75 % случаев стружки воспламеняются через 60–100 мин при температуре 440–500 °С).

При попадании ТТИ на бумагу воспламенение происходит через 12–50 мин в зависимости от плотности бумажной массы, влажности, движения воздуха, глубины попадания ТТИ, при температуре 440–500 °С.

ТТИ может быть источником воспламенения сена и соломы; время, необходимое для возникновения пламенного горения, – от 17 до 70 мин в зависимости от условий, в которых находится очаг тления.

Воспламенение от ТТИ тканей растительного и животного происхождения происходит через 30–60 мин; температура появления пламени – 520–600 °С; развитие процесса горения зависит от агрегатного состояния ткани и доступа воздуха к очагу тления.

Для проведения исследования необходимы следующие данные: сведения о курении в зоне, где определен очаг пожара, в течение суток перед обнаружением пожара; продолжительность курения; вид табачных изделий и материал, на который могло попасть ТТИ.

При исследовании причастности ТТИ к возникновению пожара устанавливается следующее:

- наличие комплекса условий, необходимых и достаточных для возникновения горения в виде тления от данного источника;
- динамика горения, характерная для малоразмерных источников;
- наличие характерных признаков тления на окружающих конструкциях и предметах.

#### *Раскаленные частицы при сварочно-резательных работах*

Раскаленные частицы металла и шлака, образующиеся при газовой и электрической сварке или резке металлов, имеют температуру, близкую к температуре расплавленного металла (порядка 1500 °С) и разлетаются с большой скоростью вокруг места проведения работ. При газовой резке направленная струя газа может вынести такие частицы на расстояние более 10 м; перелет в стороны и вниз не сопровождается существенным понижением начальной температуры частиц, поэтому они практически сохраняют свой тепловой потенциал. Отработанные электросварочные электроды также сохраняют некоторое время высокую температуру и весьма опасны, так как более массивны по сравнению с частицами. При попадании на материалы, способные к тлению, и углубляясь в них, частицы инициируют процесс тления, который со временем перерастает в пламенное горение (в ряде случаев при достаточно большой массе раскаленных частиц материал (например, хлопковая вата) может вспыхнуть сразу, минуя фазу тления).

При исследовании причастности раскаленных частиц к возникновению пожара устанавливается следующее:

тип, марка сварочно-резательного оборудования; место его подключения и режим работы;

марка применявшихся расходных материалов (электродов, отрезных дисков и др.);

интервал между временем проведения работ и временем обнаружения пожара;

возможность достижения места очага пожара частицами, разлетавшимися при работе;

вид и пожароопасные свойства материалов, находившихся в очаге пожара.

#### *Раскаленные частицы топлива*

При проработке версии о возникновении пожара от раскаленных частиц топлива, образующихся при горении твердых веществ и материалов, выясняют наличие вблизи объекта пожара источников искрообразования, работавших перед пожаром (труб промышленных огневых установок и печей, двигателей и др.), и продолжительность их действия. Такие частицы способны зажечь весьма ограниченный круг горючих сред: волокнистые и мелкодиспергированные (пылеобразные) материалы, способные к тлению, а также некоторые паро- и газовоздушные смеси.

При исследовании причастности раскаленных частиц топлива к возникновению пожара устанавливается следующее:

тип, марка оборудования; конструктивные и эксплуатационные особенности источника искрообразования; режим его работы;

взаимное положение источника частиц топлива и объекта пожара;

направление ветра, способствующего переносу частиц и попаданию их на горючий материал;

вид и пожароопасные свойства материалов, находившихся в очаге пожара.

#### *Раскаленные частицы механического происхождения*

Раскаленные частицы механического происхождения (фрикционные искры) представляют собой раскаленные до температуры свечения частицы камня или металла размером не более 0,5 мм; их температура обычно не превышает температуру плавления металла (за

исключением алюминия, для которого температура может достигать 2500 °С за счет протекания экзотермических реакций). Температура искр, образующихся при соударении металлов, которые способны вступать в химическое взаимодействие между собой с выделением большого количества тепла, может превышать температуру плавления, поэтому ее определяют экспериментально или расчетом.

Фрикционные искры представляют опасность для горючих сред, в особенности газовых смесей, характеризующихся малыми значениями энергии зажигания, и могут образовываться при ударе рабочего инструмента об обрабатываемую деталь или вспомогательное оборудование (например, корпус газового баллона, металлический стол или станок), строительные конструкции (полы, лестничные марши) и др.

Еще один вариант образования фрикционной ударной искры – удар предмета (камня или небольшого куска металла с последующим контактом с твердым горючим веществом), случайно попавшего внутрь вращающегося механизма (машины для размешивания краски, измельчения сыпучих материалов, дробления кормовых растительных культур; угольной мельницы; трепально-волоконной машины; смесителя порошковых композиций; вентилятора или воздуходувки).

При исследовании причастности таких предметов к возникновению пожара устанавливается следующее:

- тип, марка оборудования; конструктивные и эксплуатационные особенности источника искрообразования; режим его работы;
- возможность вылета частиц при ударе ручного инструмента или механического оборудования в то место, где имеется горючая среда;
- взаимное положение источника частиц и объекта пожара;
- вид и пожароопасные свойства материалов, находившихся в очаге пожара.

### ***Проверка версии о возникновении пожара от воздействия высоконагретой поверхности***

Высоконагретые поверхности технологического оборудования, обогревательных устройств, печей, электрических приборов, механических устройств и др. могут быть тепловыми источниками зажигания при нештатных ситуациях, когда в действующих аппаратах вследствие неисправности происходит резкое повышение температуры поверхностей (в том числе при примыкании к этим поверхностям горючих материалов). Установок и устройств, которые могут иметь

высоконагретую поверхность, много; для решения вопроса о том, возможно ли возгорание определенного материала при контакте с такой поверхностью, определяется значение температуры, до которой может нагреться поверхность в аварийном режиме работы.

При исследовании причастности к возникновению пожара высоконагретой поверхности технологического оборудования устанавливается следующее:

- общая характеристика помещения, в котором произошел пожар; назначение, устройство, работа оборудования; место его размещения;

- срок эксплуатации и техническое состояние оборудования;

- наличие или отсутствие перебоев в работе оборудования перед пожаром; неисправности оборудования (перекосы, заклинивание, заедание, сухое трение, утечка продукта и др.);

- основные параметры режима работы оборудования (давление, температура, скорость и др.);

- наличие, состояние и надежность приборов контроля, предохранительных и защитных устройств, тепловой изоляции;

- показатели пожарной опасности веществ и материалов, используемых в технологическом процессе или при эксплуатации оборудования;

- наличие и характер расположения следов горения на элементах оборудования;

- признаки аварийного состояния оборудования, отраженные в показаниях контрольно-измерительных приборов (по состоянию защитных устройств и по показаниям свидетелей);

- график планово-предупредительного ремонта; его соблюдение.

При исследовании причастности к возникновению пожара высоконагретой поверхности печного отопления устанавливается следующее:

- конструкция печи (камина), дымохода; наличие и размеры предтопочных листов;

- размеры и материалы разделок, отступок;

- время начала и окончания топки;

- характер и количество топлива, сожженного за время топки, предшествующей пожару;

- данные о степени нагрева поверхностей печи (камина);

- устройство и состояние конструкций здания перед пожаром на участках контакта с печью (камином) или дымоходом;

характер видимых неисправностей печи (камина): трещины, недостаточная толщина кладки, неплотности и др.;

наличие горючих материалов вблизи отопительного прибора.

***Проверка версии о возникновении пожара  
от воздействия открытого огня***

По зажигательной способности источников открытого пламени (горящей спички, зажигалки, факела и др.) устанавливается возможность возгорания твердого горючего материала (далее – ТГМ) при непосредственном контакте пламени или на некотором удалении от него. При контакте пламени с ТГМ происходит его нагрев до температуры воспламенения, затем воспламенение ТГМ и поддержание устойчивого горения во время воздействия источника огня (например, спичка полностью сгорает в среднем за 20 сек); выделяющейся за это время тепловой энергии достаточно, чтобы произошло воспламенение большинства ТГМ, находящихся в измельченном состоянии, т.е. с сильно развитой поверхностью горения. Пламя горящей спички относится к источникам кратковременного действия. К источникам открытого огня с продолжительным действием относятся парафиновые и восковые свечи, время горения которых от нескольких минут до 28 ч и более. Выделяющейся за это время тепловой энергии достаточно для воспламенения большинства ТГМ при непосредственном контакте с ними.

Установление причины пожара, возникшего от источника открытого огня, представляет трудность из-за отсутствия в очаге пожара (уничтожения во время пожара) вещественных доказательств, указывающих на конкретный источник зажигания этой группы (это наиболее характерно для источника зажигания в виде пламени горящей спички).

Для горящей свечи характерны растекание свечной массы и затекание ее в щели, отверстия, микроскопические трещины древесины и другие места (на следы растекания свечной массы нужно обратить внимание при осмотре места пожара).

***Проверка версии о возникновении пожара  
вследствие самовозгорания веществ и материалов***

Различают три вида самовозгорания:

1) тепловое, обусловленное самонагреванием вещества при экзотермических термоокислительных реакциях, инициированных нагревом

извне (вследствие теплопроводности или восприятия теплового излучения, тепла трения, адиабатического сжатия, удара);

2) микробиологическое, возникающее вследствие экзотермического проявления жизнедеятельности микроорганизмов в массе вещества или материала (характерно для растительных материалов при повышенной влажности);

3) химическое, происходящее вследствие экзотермических эффектов при химическом взаимодействии некоторых веществ и материалов между собой, с водой, с кислородом воздуха.

Очаги самовозгорания могут быть обнаружены в местах скопления горючих материалов, где происходит накопление тепла даже при сравнительно невысокой температуре источника нагревания (например, в местах прокладки труб парового или водяного (при высоком давлении) отопления). В целях идентификации веществ, самовоспламенившихся в результате химической реакции, отбираемые пробы упаковываются и направляются на экспертизу, в рамках которой проводится исследование способности вещества к самовозгоранию. Кроме того, выявляются условия, при которых могли находиться эти вещества и материалы на объекте пожара: изучается техническая и учетно-бухгалтерская документация; опрашиваются лица, имеющие отношение к эксплуатации объекта (о соблюдении установленных правил хранения материалов; о продолжительности их нахождения на объекте и обращении с ними; о целостности упаковки материалов, надежности защиты их от атмосферных осадков и подъема грунтовых вод; о специфических признаках (выделение пара и дыма, острые запахи, нагрев); о фактах самовозгорания на объекте в предшествующий период)<sup>1</sup>.

Особое внимание требуется при анализе версии о микробиологическом самовозгорании, которому подвержены преимущественно сырые растительные материалы (например, для сена предельно допустимое влагосодержание при закладке на хранение – 15–17 %; этот уровень исключает возможность активной жизнедеятельности термофильных микроорганизмов, которые обуславливают начальный нагрев массы материала).

---

<sup>1</sup> Следует иметь в виду, что при продолжительном тлении пористых материалов типа сена или хлопка не всегда ощущается специфический запах или замечается дымовыделение: эти эффекты могут скрадываться за счет адсорбирования продуктов горения в массе материала, в том числе и уже переуглившегося.

При исследовании возможности возникновения пожара вследствие самовозгорания веществ и материалов устанавливается следующее:

вид и условия хранения материалов, находящихся в зоне пожара;

количество (масса) и объем хранящихся материалов;

наличие или отсутствие признаков самовозгорания, зафиксированных очевидцами до пожара (запах термического разложения, признаки дыма и др.);

наличие или отсутствие глубокого выгорания в основании или в глубине массы материала;

образование сосредоточенных прогаров и прогревов конструкций, находящихся в контакте с материалом, склонным к самовозгоранию;

соблюдение требований по упаковке, транспортировке и хранению материалов, определяемых нормативными документами.

***Проверка версии о причине возникновения пожара,  
связанной с природными явлениями***

*Разряды атмосферного электричества (грозовой разряд молнии)*

Грозовые разряды молнии<sup>1</sup> могут проявляться поражением здания (сооружения) непосредственно, т.е. в результате прямого удара молнии (первичное воздействие) или в результате вторичного ее воздействия.

Пожарная опасность прямого удара молнии обусловливается расплавлением металлических конструкций или их оплавлением и перегревом, в результате чего могут воспламениться соприкасающиеся с ними или находящиеся на небольшом расстоянии сгораемые постройки, вещества и материалы, так как канал разряда молнии имеет высокую температуру (20 000 °С и более). Грозовой разряд молнии может расплавить металлический лист толщиной 4–5 мм, причем поверхность листа, противоположная удару (внутренняя), даже при толщине более 5 мм в месте удара молнии разогревается до высокой температуры, которая может оказаться критической для соприкасающихся с ней горючих веществ и материалов. Поражение прямым ударом молнии частей зданий и сооружений, не имеющих электрического соединения с землей или изготовленных из токонепроводящего материала (кирпич, камень, бетон, дерево и др.), сопровождается полным или частичным разрушением бетонных и железобетонных конструкций.

---

<sup>1</sup> Грозовой разряд молнии – электрический разряд в атмосфере между разноименно заряженными частями облака, между соседними облаками или между облаком и землей.

Вторичное воздействие молнии проявляется в образовании электростатической и электромагнитной индукции и в заносе высоких потенциалов в сооружениях и зданиях через надземные и подземные металлические коммуникации. Этот занос является следствием прямого удара молнии. Под вторичным воздействием молнии подразумеваются все явления во время разряда молнии, которые сопровождаются появлением разностей потенциалов на конструкциях, трубопроводах и электропроводах внутри помещения (здания) и сооружения, не подвергавшегося непосредственному прямому удару молнии.

Занос высоких потенциалов в здания возможен по проводам воздушных линий передач (электрорадиосвязи, сигнализации и кабелям), по подземным и наземным трубопроводам, по рельсовым путям, эстакадам и по другим протяженным металлическим коммуникациям; это может сопровождаться мощными электрическими разрядами и иметь место не только при прямом ударе молнии в коммуникации, но и при их близком расположении к пораженному молнией объекту. Поэтому искрообразование внутри взрыво- и пожароопасных зданий представляет большую опасность как источник возникновения взрыва и пожара.

При исследовании возможности возникновения пожара в связи с природными явлениями устанавливается следующее:

- наличие или отсутствие поражений молнией конструктивных элементов здания или сооружения;

- наличие защиты здания или сооружения от прямых ударов молнии; тип молниеприемников; их техническое состояние на момент возникновения пожара;

- наличие или отсутствие токоотводов; способы их соединения; их техническое состояние на день пожара;

- наличие или отсутствие заземлителей (одиночных, сложных или комбинированных);

- категория здания или сооружения.

#### *Возникновение пожара от воздействия солнечных лучей*

Стеклянные сосуды, заполненные прозрачной жидкостью, а также детали приборов с соответствующей оптической характеристикой могут собирать в одной точке (в фокусе) солнечные лучи. Сфокусированные солнечные лучи в состоянии воспламенить легкогорючие предметы и материалы. Для возникновения пожара необходимо сочетание ряда условий: наличие солнечных лучей, предмета, спо-

собного фокусировать солнечные лучи, и горючего материала; обязательным является строго определенное взаимное положение солнца, фокусирующего предмета и горючего материала, а также развитие в фокусе температуры тления или температуры самовоспламенения соответствующего материала.

По этой причине возникают пожары, в частности, на предприятиях, использующих стеклянную тару для хранения жидких продуктов на открытых площадках без соблюдения мер защиты от солнечных лучей.

При исследовании возможности возникновения пожара вследствие воздействия солнечных лучей устанавливается следующее:

наличие предметов, способных фокусировать солнечные лучи (сосуды с жидкостью, линзы и др.);

пожароопасные свойства материалов, находящихся в районе установки предмета, способного фокусировать солнечные лучи;

масштабная схема расположения солнца, фокусирующего предмета и горючих материалов, конструкций;

сведения о состоянии погоды (с указанием облачности на день пожара).

***Проверка версии о причине возникновения пожара, связанной со статическим электричеством***

Явление статической электризации<sup>1</sup> сопровождает ряд производственно-технологических процессов (например, операции по заливке/сливу автомобильного топлива в цистерны). Возникающие разряды статического электричества способны воспламенить горючие материалы при совокупности следующих условий:

наличие источника статических электрических зарядов;

накопление значительных зарядов на контактирующих поверхностях;

достаточная разность потенциалов для электрического пробоя;

наличие достаточного количества электрической энергии для воспламенения горючего материала;

возможность возникновения электрических зарядов.

Повышенная влажность воздуха значительно снижает вероятность возникновения электростатического разряда.

---

<sup>1</sup> Статическая электризация – возникновение и разделение положительных и отрицательных электрических зарядов (зарядов статического электричества).

При исследовании возможности возникновения пожара вследствие воздействия статического электричества устанавливается следующее:

наличие в зоне очага пожара жидких, газообразных или мелко-диспергированных твердых веществ, способных к воспламенению от искры электростатического разряда;

возможность перемещения в зоне очага пожара материалов, веществ и деталей оборудования, при котором могут накапливаться электростатические заряды;

сведения о возможном образовании пожаро-, взрывоопасной смеси (например, при утечке пара, газа, пыли или жидкости из технологического аппарата) при штатной и нештатной (аварийной) ситуациях;

характеристика помещения по пожаро-, взрывобезопасности.

### **Совокупность признаков, характеризующих причину пожара**

Причина пожара устанавливается на основании анализа совокупности следующих признаков:

положение установленного очага и особенности развития пожара; особенности обстановки, предшествовавшей пожару и сложившейся на момент его возникновения;

характер и состояние предполагаемого источника загорания;

специфические проявления причины;

время возникновения пожара;

поведение лиц, которые могут иметь отношение к причине пожара.

### **Оборудование, материалы и инструменты**

Компьютер, цветной принтер, сканер, программное обеспечение.

Передвижная пожарно-техническая лаборатория на базе автомобиля ГАЗ-2705-034 с комплектом вспомогательного оборудования.

Справочные материалы (литература, программные продукты).

Набор инструмента (гаечные ключи, топор, пассатижи и др.).

Упаковочные материалы (пакеты, емкости, бумага и др.).

Переносной фотоионизационный газоанализатор типа «Колион 1А».

Термоанализатор типа SDT Q600, Jupiter F1-F3.

Спектрометр универсальный рентгеновский типа СУР-01 «Реном».

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии типа «Кристалл», «Agilent», «Hewlett Packard».

Установка для механической шлифовки образцов типа «Шлиф-2М».  
Установка для механической полировки образцов типа «Шлиф-1М».  
Установка для подготовки поверхности шлифов методом электрохимического полирования типа «Шлиф-2ТМ».  
Металлографический микроскоп типа «Neophot30».  
Электронный сканирующий микроскоп типа «Tescan Vega II XMU».

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и представленными материалами дела, относящимися к предмету экспертизы. Определение достаточности исходной информации для решения поставленных вопросов<sup>1</sup>.

2. Установление места возникновения первоначального горения<sup>2</sup>.

3. Анализ представленных материалов (при необходимости – результатов дополнительного осмотра места пожара):

определение особенностей и характеристика объекта;

установление сведений о характере проводившихся на объекте работ и действий отдельных лиц (нештатные ситуации и явления, которые происходили или могли происходить в зоне очага пожара и могли быть причастными к нему, и др.);

выявление специфических проявлений причины пожара;

4. Исследования по конкретным версиям о причине возникновения пожара<sup>3</sup>.

5. Анализ полученных результатов, формулирование выводов.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод о причине пожара формулируется при точном установлении очага пожара и наличии конкретной и непротиворечивой информации в представленных материалах о наличии источника зажигания, горючей среды и необходимых условий для возникновения пожара.

---

<sup>1</sup> При отсутствии либо недостаточности исходных данных – направление ходатайства о предоставлении дополнительных материалов и/или о проведении дополнительного осмотра места пожара в установленном порядке.

<sup>2</sup> В соответствии с методикой установления очага пожара (см. с. 414–442).

<sup>3</sup> Подробное описание исследования см. [9, 10, 28–30].

*Примеры.*

1. Технической причиной возникновения пожара, произошедшего 22.04.2007 г. на территории завода «Красный Луч», послужило воспламенение гречневой каши внутри алюминиевой кастрюли, установленной на электроплите заводской столовой, вследствие перегрева и расплавления кастрюли из-за аварийного режима работы электроконфорки с неисправным регулятором температуры.

2. Исходя из представленных материалов и результатов дополнительного осмотра с учетом данных об отсутствии в очаге пожара электротехнических приборов с признаками аварийного режима работы или иных технических средств, способных послужить потенциальными тепловыми источниками, причиной пожара в ГК «Атомщик» послужило воспламенение горючих материалов внутри гаража № 313 от источника открытого огня или малокалорийного источника (в виде тлеющего табачного изделия и т.п.).

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных характерных признаков, указывающих на конкретную причину пожара, а также при установлении только района либо зоны очага пожара.

*Примеры.*

1. Технической причиной возникновения пожара, произошедшего 31.12.2005 г. на территории ГСК «Мотылек», наиболее вероятно, послужило воспламенение горючих материалов внутри моторного отсека автомобиля ЗАЗ-965М вследствие высокотемпературного нагрева от самодельного электрообогревателя типа «Козел», установленного под картером двигателя для подогрева моторного масла. Вероятная форма вывода обусловлена причинами, изложенными в исследовательской части.

2. Совокупность результатов исследования вещественных доказательств, дополнительного осмотра, анализа представленных материалов дела и исследования дополнительных фотоматериалов свидетельствует о том, что наиболее вероятной причиной пожара послужил аварийный режим работы электродвигателя дренажного насоса в бойлерной культурно-развлекательного комплекса банно-прачечного комбината «Фея». Вероятная форма вывода обусловлена причинами, изложенными в исследовательской части.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в случаях, когда:

- а) не установлен очаг пожара;
- б) первоначальная обстановка на месте происшествия необратимо видоизменена;
- в) представленных материалов недостаточно для установления причины пожара.

*Примеры.*

1. Установить техническую причину возникновения пожара, произошедшего 31.01.2009 г. в здании КВД № 2 г. Рoshаль не представляется возможным в связи с тем, что на момент проведения экспертного осмотра деревянное строение диспансера полностью разрушено вследствие тушения пожара с использованием тяжелой бульдозерной и коммунальной вакуумной спецтехники для механизированного сбора жидких отходов (ассенизационных машин).

2. Ответить на вопрос о причине возникновения пожара в складе готовой продукции ЛВЗ «Щелкунчик» экспертным путем не представляется возможным ввиду отсутствия необходимых исходных данных и вещественных доказательств, уничтоженных в процессе развития и тушения пожара.

### Литература

1. *Бибиков В.В., Булдырев Е.К., Одиночкина Т.Ф. и др.* Комплексное физико-химическое исследование строительных красок. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1978.

2. *Волынский В.А.* Техничко-криминалистическое обеспечение раскрытия и расследования преступлений. – М.: ВНИИ МВД России, 1994.

3. *Геллер Ю.А., Рахитад А.Г.* Материаловедение. – М., 1989.

4. *Горелик С.С.* Рекристаллизация металлов и сплавов. – М., 1978.

5. *Григорьян А.С.* Расследование поджогов. – М., 1971.

6. Диагностика причин разрушения металлических проводников, изъятых с места пожара / А.И. Колмаков, Б.В. Степанов, С.И. Зернов и др. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

7. Дознание и экспертиза пожаров. – Волгоград, 1990.

8. *Драйздейл Д.* Введение в динамику пожаров: Пер. с англ. / Под ред. Ю.А. Кошмарова и В.Е. Макарова. – М., 1990.

9. *Зернов С.И.* Задачи пожарно-технической экспертизы и методы их решения. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

10. *Зернов С.И.* Техничко-криминалистическое обеспечение расследования преступлений, сопряженных с пожарами. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

11. *Ильин Н.А., Макагонов В.А., Зенков Н.И., Ильин Н.А.* Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром. – М., 1983.

12. *Ильин Н.А.* Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром. – М., 1983.

13. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия / Л.С. Митричев, Е.Р. Россинская, А.И. Колмаков и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1986.

14. *Колмаков А.И. и др.* Экспертное исследование металлических изделий (по делам о пожарах) / Под ред. А.И. Колмакова. – М.: ЭКЦ МВД России, 1994.

15. *Лебедев К.Б.* Выявление следов больших переходных сопротивлений после пожара на строящихся и эксплуатируемых объектах: Дис. ... канд. тех. наук. – СПб., 2002.
16. *Маковкин А.В., Кабанов В.И., Струков В.М.* Проведение экспертных исследований по установлению причинно-следственных связей аварийных процессов в электросети с возникновением пожара. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.
17. *Маковкин А.С., Зернов С.И., Кабанов В.Н.* Изучение состояния электрооборудования при осмотре места пожара. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.
18. *Мегорский Б.В.* Методика установления причин пожаров. – М., 1966.
19. Обнаружение и исследование легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в вещественных доказательствах, изымаемых с места пожара / Р.Х. Кутуев, И.Д. Чешко, Б.С. Егоров, В.Г. Голяев. – М., 1985.
20. Отбор проб и изъятие вещественных доказательств на месте пожара / В.Г. Голяев, С.Г. Ефимов, Б.С. Егоров, В.Г. Плотников. – СПб., 1998.
21. *Попов И.А.* Расследование пожаров: Правовое регулирование. Организация и методика. – М., 1998.
22. Порядок производства по делам об административных правонарушениях в области пожарной безопасности. – М., 2002.
23. Правила устройства электроустановок. Изд. 6, 7, доп., испр. – М., 2000.
24. Расследование преступлений, связанных с нарушением правил пожарной безопасности. – М., 2002.
25. *Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А.* Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах. – М., 1980.
26. *Смелков Г.И., Пехотиков В.А.* Пожарная безопасность светотехнических изделий. – М., 1991.
27. *Смелков Г.И.* Пожарная опасность электропроводок в аварийных режимах. – М., 1984.
28. Судебная пожарно-техническая экспертиза. – Ч. 1, 2. – М., 1994, 1995.
29. *Чешко И.Д.* Технические основы расследования пожаров. – М., 2002.
30. *Чешко И.Д.* Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). – СПб., 1997.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ МЕДНЫХ ПРОВОДНИКОВ, ИЗЫМАЕМЫХ С МЕСТ ПОЖАРОВ**

*В.Ю. Ключников, В.В. Пеньков, А.В. Довбня,  
А.И. Богатищев, С.О. Шульгин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи<sup>1</sup>**

Выявление среди медных проводников (медных токоведущих жил электрических проводов), изъятых с мест пожаров, таких проводников, которые разрушены вследствие аварийного режима работы электросети, т.е. проводников, разделенных на части путем расплавления вследствие тепловых проявлений электрического тока.

Определение условий окружающей среды, при которых медные проводники были разделены на части путем расплавления вследствие теплового проявления электрического тока.

Определение вида аварийного режима работы электросети (аварийного процесса в электросети), при котором от теплового проявления электрического тока произошло разрушение (расплавление) медных проводников.

### **Объекты исследования**

Концевые участки токоведущих жил одножильных и многожильных медных электрических проводов с однопроволочными и многопроволочными жилами, находившиеся в зоне очага пожара (иногда – за ее пределами)<sup>2</sup>, которые предположительно оплавлены (расплавлялись).

---

<sup>1</sup> Результаты исследования медных проводников предназначены для проведения дальнейших пожарно- и электротехнических исследований по проверке версии о возможной причастности аварийного режима работы электросети к возникновению пожара на электрифицированном объекте.

<sup>2</sup> Оплавленные концевые участки токоведущих жил, находившиеся в зоне горения, могут исследоваться в случае, если точное установление местоположения очаговой зоны не представляется возможным в силу объективных причин. Оплавленные концевые участки токоведущих жил, находившиеся за пределами зоны горения, могут исследоваться в случае, если в рамках электротехнического исследования обоснованно предполагается возможность установления причины работы электросети в аварийном режиме.

Металлические объекты, предположительно имеющие повреждения, образовавшиеся путем расплавления, и располагавшиеся в непосредственной близости от оплавленных концевых участков токоведущих жил медных электрических проводов.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Имеются ли среди представленных медных проводников проводники, разрушенные в результате теплового действия электрического тока?

Имеются ли на представленном медном проводнике признаки разрушения от теплового действия электрического тока?

Если среди представленных на экспертизу медных проводников имеются проводники, разрушенные в результате теплового действия электрического тока, то при каких условиях окружающей среды происходило их разрушение?

Если представленный на экспертизу медный проводник разрушен в результате теплового действия электрического тока, то при каких условиях окружающей среды происходило его разрушение?

### **Сущность методики**

1. Выявление медных проводников, которые разделены на части вследствие расплавления от теплового действия электрического тока, преимущественно посредством морфологического исследования (анализа). В процессе морфологического исследования оцениваются геометрическая форма, размеры, рельеф поверхности и цвет области разрушения (повреждения), рельеф поверхности и геометрическая форма проводника вблизи места повреждения.

В ряде случаев причина (природа) разрушения медных проводников может устанавливаться не только исходя из внешнего вида места повреждения и внешнего вида участка, прилегающего к месту повреждения, но и на основании внутреннего строения и элементного состава материала в области повреждения (методами металлографического и рентгеноспектрального анализа).

Если вблизи оплавленных медных проводников обнаружены металлические объекты, предположительно имеющие следы оплавления (расплавления), то установление причины разрушения (повреждения) медных проводников может основываться и на результатах исследования этих металлических объектов.

2. Установление условий окружающей среды (температуры и газового состава), при которых происходило расплавление медных проводников электрическим током:

сравнением фазовых составов приповерхностного слоя материала проводников в зоне расплавления и вблизи зоны расплавления методом рентгеноструктурного анализа;

изучением структуры и фазового состава материала проводников в местах расплавления методом металлографического анализа<sup>1</sup>;

изучением структуры наплывов меди на металлических объектах, изъятых вблизи медных проводников, расплавленных электрическим током, методом металлографического анализа.

В качестве критерия оценки температуры окружающей среды используются два качественных показателя:

- 1) нормальная (комнатная) температура окружающей среды;
- 2) повышенная температура окружающей среды (200 °С и более).

В качестве критерия оценки газового состава окружающей среды также используются два качественных показателя:

1) нормальный состав атмосферы (нормальное содержание кислорода в воздухе);

2) атмосфера с пониженным содержанием кислорода и насыщенная газообразными продуктами термического разложения (СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub> и др.).

3. Установление вида аварийного режима работы электросети (аварийного процесса в электросети), вызвавшего расплавление медных проводников, при обнаружении вблизи расплавленных медных проводников металлических объектов со следами оплавления. Осуществляется путем выявления признаков расплавления таких металлических объектов электрическим током и причастности к этому медных проводников методами морфологического и рентгеноспектрального качественного элементного анализа (при необходимости – методом металлографического анализа).

---

<sup>1</sup> При малых объемах или малой толщине слоя расплавленного материала проводников применение металлографического анализа для исследования области расплавления может оказаться безрезультатным, так как структуры, образующиеся в этом случае в зоне расплавления, не позволяют диагностировать условия окружающей среды. Метод неприменим, если невозможно приготовление шлифа в зоне расплавления.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Для проводников, расплавлявшихся в результате общего внешнего теплового воздействия, характерны достаточно протяженные по длине проводника области оплавления. В пределах областей оплавления у проводников вдоль их оси наблюдается хаотичное изменение поперечного сечения и рельефа поверхности. Области оплавления, как правило, не имеют четко выраженных границ.

Для медных проводников, разрушенных от теплового проявления электрического тока, характерно наличие областей расплавления относительно небольшой протяженности, которые могут иметь конусообразную форму, вид косоугольного или поперечного среза, вид кратера, а также вид шаровидного или овального утолщения на конце проводника. В пределах оплавленных участков проводника, имеющих конусообразную форму, могут наблюдаться относительно большие утолщения округлой формы. Области расплавления, образовавшиеся от действия электрического тока, как правило, имеют четко выраженные границы. Вблизи этих областей на поверхности проводника могут наблюдаться небольшие шаровидные выступы. При расплавлении многопроволочных медных проводников (жил) электрическим током проволоки сплавляются друг с другом, образуя единый объем расплавлявшегося металла, который в ряде случаев может заполнять межпроволочное пространство вблизи области расплавления.

Медь и железоуглеродистые сплавы в твердом состоянии при нагреве выше определенных температур могут растворяться жидкими легкоплавкими металлами и сплавами (алюминием, оловом, цинком или сплавами на их основе). Это может происходить в условиях пожара при попадании легкоплавких металлов или сплавов на поверхность медных проводников или объектов из железоуглеродистых сплавов. В результате на проводниках и объектах из железоуглеродистых сплавов могут образовываться повреждения, по геометрии сходные с повреждениями, образующимися в результате теплового действия электрического тока. Характерный признак повреждения вследствие растворения легкоплавкими металлами или сплавами – наличие на поверхности повреждения металлического материала серебристого цвета. Однако этот признак не может служить однозначным доказательством того, что повреждение произошло путем растворения, так как не исключена возможность попадания легкоплавкого металла или сплава и на поверхность повреждений, образовавшихся в результате нагрева электрическим током. Для повреждений, образовавшихся

путем растворения, характерно отсутствие каких-либо существенных изменений структуры основного материала вблизи повреждения. Для повреждений, образовавшихся в результате расплавления электрическим током, характерно наличие зоны с литой структурой, расположенной непосредственно у поверхности повреждения, и существенное изменение структуры нерасплавлявшегося материала по мере удаления от поверхности повреждения.

В случае разрушения медных проводников электрическим током при нормальных условиях окружающей среды содержание закиси меди в приповерхностном слое проводника в области расплавления в два раза и более превосходит содержание закиси меди в приповерхностном слое проводника на расстоянии 30–35 мм от области расплавления.

В случае разрушения медных проводников электрическим током при повышенной температуре окружающей среды (200 °С и более) и в присутствии газообразных продуктов термического разложения (СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub> и др.) содержание закиси меди в приповерхностном слое проводника в области расплавления значительно меньше (в два раза и более), чем на расстоянии 30–35 мм от области расплавления.

В случае расплавления проводника электрическим током при нормальном содержании кислорода в воздухе (в атмосфере) в области расплавления образуется сплав меди с кислородом (в частности, эвтектика Cu-Cu<sub>2</sub>O). При расплавлении проводника электрическим током в атмосфере с пониженным содержанием кислорода и насыщенной газообразными продуктами термического разложения в области расплавления эвтектика Cu-Cu<sub>2</sub>O не образуется.

В случае расплавления проводника электрическим током при нормальной (комнатной) температуре окружающей среды в области расплавления наблюдаются признаки направленного теплоотвода (направленного роста зерен). В частности, в области расплавления наблюдаются вытянутые зерна (столбчатые кристаллы, дендриты), в целом ориентированные нормально к границе раздела между расплавленным и нерасплавлявшимся металлом проводника. В случае расплавления проводника электрическим током при повышенной температуре окружающей среды в области расплавления структура состоит из относительно крупных равноосных зерен.

Процесс короткого замыкания между фазным медным проводом и заземленным металлическим объектом аналогичен процессу электро-

дуговой сварки (резки). Соответственно, признаки процесса короткого замыкания между фазным медным проводом и заземленным металлическим объектом аналогичны признакам процесса электродуговой сварки (резки). При коротком замыкании происходит одновременное расплавление медных проводников и металлических объектов, на которых вследствие расплавления образуются сквозные или несквозные повреждения – прожоги. По краям прожогов (областей расплавления) образуются наплывы закристаллизовавшегося металлического материала, которые могут состоять из материала металлического объекта, из сплава меди с материалом металлического объекта и из меди. Если материал металлического объекта имеет белый цвет, то наплыв, состоящий из сплава материала этого металлического объекта с медью, может иметь желтый цвет. Наплывы, состоящие из меди или сплавов на основе меди, имеют розовый или красно-коричневый цвет. На поверхности металлических объектов вокруг прожогов могут наблюдаться закристаллизовавшиеся брызги жидкого металла и наплывы меди. В ряде случаев в области расплавления (на поверхностях прожогов) металлических объектов могут находиться и непосредственно фрагменты медных проводников.

Если температура металлических объектов в момент кристаллизации наплывов меди, расположенных на поверхности нерасплавлявшихся участков металлических объектов, была нормальной (комнатной), то наплывы меди имеют структуру, которая состоит из вытянутых зерен, в целом ориентированных примерно нормально к поверхности металлических объектов. Если температура металлических объектов в момент кристаллизации наплывов меди, расположенных на поверхности нерасплавлявшихся участков металлических объектов, была повышенной, то наплывы меди имеют структуру, состоящую из относительно крупных равноосных зерен.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Цифровой фотоаппарат.

Линейка или рулетка.

Штангенциркуль.

Кусачки.

Ножовка по металлу или отрезной станок.

Лупа.

Оптический бинокулярный микроскоп.

Полимерный материал для закрепления фрагментов медных проводников и металлических объектов.

Шлифовальная шкурка.

Полирующие материалы.

Этиловый спирт.

Химические реактивы для выявления микроструктуры.

Фильтровальная бумага.

Шлифовальный станок для приготовления металлографических шлифов.

Металлографический микроскоп с устройством для исследования в поляризованном свете.

Рентгеновский дифрактометр.

Сканирующий (растровый) электронный микроскоп с энергодисперсионным спектрометром.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр.

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Предварительный осмотр вещественных доказательств<sup>1</sup>***

Определение длины проводников, количества токоведущих жил в проводнике (если жила не одна), количества проволок в жиле (если жила многопроволочная) и диаметра поперечного сечения проволок и жил.

Предположительное или окончательное установление вида металлических объектов и предположительное определение вида материала, из которого они изготовлены<sup>2</sup>. Измерение основных размеров металлических объектов (габаритных размеров и размеров, характеризующих их индивидуальные особенности).

Выявление повреждений проводников и металлических объектов, не связанных с процессом их изъятия с места происшествия. Фотографирование всех представленных на экспертизу объектов с использованием масштабной линейки.

---

<sup>1</sup> Если ранее проводилось металловедческое исследование, то необходимо с ним ознакомиться, чтобы установить соответствие представленных объектов ранее исследованным объектам и выяснить, каким изменениям подверглись представленные объекты в процессе этого исследования.

<sup>2</sup> Если на экспертизу представлены металлические объекты, предположительно имеющие следы расплавления.

### ***Осмотр мест разрушения (повреждения)***

Оценка общей пространственной формы, размеров, рельефа поверхности и цвета мест повреждения медных проводников (металлических объектов<sup>1</sup>) и на основании этого окончательное и предположительное установление причин повреждения.

Осмотр мест повреждения может проводиться невооруженным глазом, с помощью лупы (увеличительного стекла) и оптического микроскопа. Применение конкретного способа осмотра определяется в каждом случае индивидуально в зависимости от размеров объектов и размеров областей повреждения. Все повреждения, которые являются следствием или могут являться следствием процесса расплавления, фотографируются.

#### ***Определение содержания и последовательности действий***

Если на медных проводниках обнаружены только признаки механического повреждения, то делается вывод о том, что на данных проводниках выявляемые признаки аварийного режима работы электросети отсутствуют. Дальнейшее исследование таких проводников не проводится.

Если в результате осмотра мест разрушения установлено, что медные проводники повреждены путем расплавления, то проводится их исследование для установления причины расплавления.

Если на экспертизу представлены металлические объекты, у которых имеются повреждения, образовавшиеся вследствие расплавления, то эти объекты также исследуются для установления причины их расплавления.

Если в области повреждения медного проводника или объекта из железоуглеродистого сплава, по визуальной оценке, присутствует инородный металл белого (серебристого) цвета и в области повреждения усматриваются только морфологические признаки расплавления, то это дает основание предполагать, что повреждение медного проводника (или стального объекта) произошло не вследствие расплавления, а в результате растворения меди или железоуглеродистого сплава расплавленным (жидким) легкоплавким металлом или сплавом. В этом случае для уточнения причины повреждения медного проводника и объекта из железоуглеродистого сплава проводится изучение эле-

---

<sup>1</sup> Если на экспертизу представлены металлические объекты с повреждениями.

ментного состава и структуры материала в области повреждения. На основании этого окончательно решается вопрос о причине данного повреждения, т.е. является ли причиной повреждения процесс растворения или процесс расплавления. Повреждения, образовавшиеся в результате растворения, не требуют дальнейшего исследования; в этом случае делается вывод о том, что повреждения не являются следствием теплового действия электрического тока и не имеют отношения к аварийному режиму работы электросети.

### ***Установление причины расплавления***

Изучение морфологии областей расплавления медных проводников и морфологии участков, примыкающих к областям расплавления, и на основании этого установление причины расплавления вследствие теплового действия электрического тока или в результате внешнего теплового воздействия.

Если помимо оплавленных медных проводников на экспертизу представлены и оплавленные металлические объекты, изъятые вблизи этих оплавленных проводников, то при установлении причины расплавления медных проводников следует учитывать и результаты исследования этих металлических объектов. В процессе исследования таких металлических объектов в области их расплавления проводится поиск следов расплавлявшейся меди (если объект не медный) и фрагментов медных проводников. Вблизи зоны расплавления проводится поиск наплывов расплавлявшейся меди и следов разбрызгивания жидкого металла. Поиск расплавлявшейся меди проводится с использованием методов морфологического и рентгеноспектрального качественного элементного анализа (при необходимости – и методом металлографического анализа). Поиск следов разбрызгивания жидкого металла осуществляется методом морфологического анализа. Наличие на оплавленных металлических объектах расплавлявшейся меди, фрагментов медных проводников и закристаллизовавшихся брызг жидкого металла (при наличии соответствующих признаков расплавления на медных проводниках), во-первых, является подтверждением электрической природы повреждения медных проводников, а во-вторых, указывает на то, что повреждение медных проводников произошло именно вследствие короткого замыкания между медными проводниками и данными металлическими объектами.

Если на медных проводниках обнаружены только признаки расплавления от внешнего теплового воздействия, то дальнейшее исследе-

дование таких проводников не проводится. Если установлено, что медные проводники были расплавлены в результате теплового действия электрического тока, то области их расплавления подвергаются дальнейшему исследованию в целях установления условий окружающей среды, при которых происходило расплавление<sup>1</sup>.

***Определение условий окружающей среды,  
при которых происходило расплавление медных проводников  
от теплового действия электрического тока***

При исследовании медных проводников определение условий окружающей среды, при которых происходило их расплавление электрическим током, может быть осуществлено по одному из трех вариантов (в зависимости от обстоятельств, сопутствующих расплавлению):

- 1) применение только рентгеноструктурного анализа;
- 2) последовательное применение рентгеноструктурного, а затем металлографического анализа;
- 3) применение только металлографического анализа.

Установление условий окружающей среды только методом рентгеноструктурного анализа возможно, если в результате удалось определить условия окружающей среды, а также когда металлографическое исследование невозможно или нецелесообразно (при малом объеме расплавлявшегося металла). Установление условий окружающей среды последовательным проведением рентгеноструктурного, а затем металлографического анализа может иметь место, если в процессе рентгеноструктурного анализа не удалось определить условия окружающей среды, а объем расплавлявшегося металла достаточен для проведения металлографического анализа. Установление условий окружающей среды только методом металлографического анализа возможно, если объем расплавлявшегося металла для этого достаточен.

Если на экспертизу представлены металлические объекты, находившиеся вблизи исследуемых проводников, и на этих объектах вблизи мест их расплавления электрическим током (прожогов) имеются наплывы меди, то определение условий окружающей среды, при которых происходило расплавление медных проводников электрическим

---

<sup>1</sup> Когда в рамках металловедческого исследования требуется решить только вопрос о наличии у представленных проводников признаков работы электросети в аварийном режиме, то установление условий окружающей среды, при которых происходило расплавление медных проводников электрическим током, не проводится.

током, может быть проведено опосредованно – путем металлографического исследования этих наплывов меди.

Для проведения рентгеноструктурного анализа от исследуемых медных проводников отрезают фрагменты, включающие место оплавления и участок, примыкающий к нему (длина участка должна быть не менее 40 мм). При рентгеноструктурном исследовании проводников используется рентгеновский дифрактометр. В процессе исследования определяется относительное содержание (количество) закиси меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) в приповерхностном слое медных проводников, характеризующееся соотношением интенсивности линий  $\text{Cu}_2\text{O}$  (111) и  $\text{Cu}$  (111) ( $I_{\text{Cu}_2\text{O}}/I_{\text{Cu}}$ ). Определение относительного количества закиси меди в приповерхностном слое проводится в двух местах: около места расплавления (в пределах 5 мм от него) и на расстоянии 30–35 мм от него. Затем определяется соотношение найденных количеств закиси меди на исследуемых участках, т.е. устанавливается, во сколько раз количество закиси меди на одном исследуемом участке отличается от содержания закиси меди на другом. Когда относительное количество закиси меди на исследуемых участках отличается в два раза и более, делается категорический вывод об условиях окружающей среды, при которых происходило расплавление медных проводников электрическим током. Если относительное количество закиси меди на исследуемых участках одинаковое или отличается менее чем в два раза (или закись меди на этих участках отсутствует), то определить данным методом условия окружающей среды, при которых происходило расплавление медных проводников электрическим током, не представляется возможным<sup>1</sup>.

Для проведения металлографического анализа от исследуемых медных проводников отрезают фрагменты, включающие непосредственно место оплавления и участок, примыкающий к нему (желательно, чтобы длина участка была не меньше диаметра поперечного сечения медного проводника). Из отрезанного фрагмента изготавливают шлиф в продольном сечении проводника (вдоль его оси); при этом плоскость шлифа должна проходить практически по оси проводника. После окончательного механического полирования нетравленный шлиф изучают с помощью металлографического микроскопа в белом и поляризованном свете на предмет отсутствия или наличия в области расплавления включений закиси меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) и эвтектики

---

<sup>1</sup> Более подробно о рентгеноструктурном исследовании медных проводников, поврежденных электрическим током, см. [1, 2].

$\text{Cu-Cu}_2\text{O}$ , в состав которой входят включения закиси меди. При наличии включений закиси меди проводят оценку их формы, количества и характера распределения по объему фрагмента медного проводника. Область, содержащую частицы закиси меди, фотографируют. Затем химическим или электролитическим травлением полностью выявляют микроструктуру фрагмента медного проводника и шлиф исследуют на металлографическом микроскопе в белом свете. В процессе исследования анализируют структуру в области расплавления; в частности, устанавливают форму зерен, а при наличии эвтектики  $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$  – и относительное количество и характер распределения данной эвтектики. Если зерна вытянутые, то фиксируют общее направление вытягивания зерен относительно границы раздела между расплавлявшимся и не-расплавлявшимся металлом проводника. На основании формы зерен в области расплавления и общего направления вытягивания зерен (если зерна вытянутые) устанавливают температуру окружающей среды, при которой происходило расплавление медных проводников электрическим током. На основании фазового состава области расплавления устанавливают газовый состав окружающей среды<sup>1</sup>.

Для проведения металлографического анализа наплывов меди на металлических объектах из них вырезают фрагменты, на поверхности которых располагаются эти наплывы. Из вырезанного фрагмента изготавливают шлиф в плоскости, проходящей через самое широкое место наплыва меди и ориентированной перпендикулярно поверхности металлического объекта, на которой находится наплыв меди. На шлифе химическим травлением выявляют структуру наплыва меди, которую затем исследуют с помощью металлографического микроскопа в белом свете. В процессе исследования оценивают форму зерен меди и на основании этого делают вывод о том, какова была температура металлического объекта в момент кристаллизации на его поверхности наплыва меди. Исходя из этого делают вывод о температуре окружающей среды, при которой происходило расплавление медных проводников электрическим током.

Структуры, выявляемые в процессе металлографического исследования<sup>2</sup>, фотографируют.

---

<sup>1</sup> Более подробно о металлографическом исследовании медных проводников, поврежденных электрическим током, см. [1, 2].

<sup>2</sup> Технологию выявления структуры меди см. [4, 5].

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод о разрушении медного проводника в результате теплового нагрева электрическим током формулируется, если в процессе исследования выявлена совокупность признаков, характерных для данного вида разрушения.

*Пример.* Разрушение медного проводника, представленного на экспертизу, произошло в результате теплового действия электрического тока.

Категорический положительный вывод об условиях окружающей среды, при которых произошло разрушение медного проводника в результате нагрева электрическим током, формулируется в случае, если в результате применения метода рентгеноструктурного анализа удалось выявить признак, однозначно указывающий на условия окружающей среды, или если объем расплавлявшегося металлического материала в области расплавления медного проводника достаточен для проведения металлографического анализа.

*Пример.* Разрушение медного проводника от теплового действия электрического тока произошло при нормальной (комнатной) температуре окружающей среды и нормальном составе атмосферы (нормальном содержании кислорода в воздухе).

Категорический отрицательный вывод о разрушении медного проводника в результате теплового нагрева электрическим током формулируется, если в процессе исследования была выявлена совокупность признаков, характерных для другого вида разрушения (в частности, в результате механического воздействия либо вследствие растворения расплавленным (жидким) легкоплавким металлом или сплавом, либо в результате внешнего теплового нагрева).

*Пример.* Разрушение медного проводника, представленного на экспертизу, произошло в результате внешнего термического воздействия.

Вывод о невозможности решения вопроса о разрушении медного проводника в результате теплового нагрева электрическим током формулируется, если выявленных в процессе исследования признаков недостаточно для однозначного решения вопроса, произошло ли разрушение медного проводника вследствие внешнего термического воздействия или в результате нагрева электрическим током.

*Пример.* Установить причину разрушения медного проводника, представленного на экспертизу, не представляется возможным по причинам, указанным в исследовательской части.

Вывод о невозможности решения вопроса об условиях окружающей среды, при которых произошло разрушение медного проводника в результате нагрева электрическим током, формулируется, если в результате применения метода рентгеноструктурного анализа не удалось выявить признак, однозначно указывающий на условия окружающей среды, и если объем расплавлявшегося металлического материала в области расплавления медного проводника недостаточен для проведения металлографического анализа.

*Пример.* Установить условия окружающей среды, при которых произошло разрушение медного проводника в результате нагрева электрическим током, не представляется возможным по причинам, указанным в исследовательской части.

## Литература

1. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия / Л.С. Митричев, А.И. Колмаков, Б.В. Степанов и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1986.
2. Колмаков А.И., Граненков Н.М., Чешко И.Д. и др. Экспертное исследование металлических изделий (по делам о пожарах) / Под ред. А.И. Колмакова. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.
3. Колмаков А.И., Ключников В.Ю., Пеньков В.В. и др. Исследование причин возгорания автотранспортных средств / Под ред. А.И. Колмакова. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2003.
4. Колмаков А.И. Методика приготовления металлографических шлифов металлических объектов, поступающих на экспертизу. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.
5. Колмаков А.И., Пеньков В.В. Методика травления металлографических шлифов металлических объектов, поступающих на экспертизу. – М.: ЭКЦ МВД России, 2000.
6. Маковкин А.В., Кабанов В.Н., Струков В.М. Проведение экспертных исследований по установлению причинно-следственной связи аварийных процессов в электросети с возникновением пожара. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1990.

# ПОЧВОВЕДЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ПОЧВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*А.А. Питрюк, М.В. Еремин, К.С. Ожегов, Г.П. Астапович*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление общей родовой, групповой принадлежности почвы/грунта, изъятых с объекта-носителя и места происшества.

Установление принадлежности почвы/грунта, изъятых с объекта-носителя, конкретному участку местности (месту происшества).

### Объекты исследования

Почва; грунт.

Почва характеризуется специфической (почвенной) окраской; состоит из минеральной основы (минеральных зерен), органоминеральных соединений и органического вещества (гумуса) в различных стадиях разложения, а также растительных остатков<sup>1</sup>.

Грунт наряду с минеральной основой (в отличие от почвы) не содержит (или содержит следовые количества) специфического органического вещества (гумуса), что обуславливает его, как правило, неравномерную окраску, и относится к слою горной породы, расположенной непосредственно под почвенной толщей.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Является ли представленное на исследование вещество почвой/грунтом?

Пригодны ли представленные на исследование почва/грунт для проведения сравнительного исследования?

Имеются ли наслоения почвы/грунта на объекте-носителе?

Какова локализация наслоений почвы/грунта на объекте-носителе?

---

<sup>1</sup> Приведенное определение в известной степени противоречит классическому определению почвы, принятому в почвоведении, согласно которому к почве относятся как поверхностные (гумусированные), так и глубинные горизонты вертикального почвенного профиля.

Каков механизм образования наслоений почвы/грунта на объекте-носителе?

Содержит ли почва/грунт, представленные на исследование, характерные включения, указывающие на возможный источник происхождения?

Имеет ли почва/грунт, изъятые с объекта-носителя, общую родовую (групповую) принадлежность с почвой/грунтом, изъятыми с места происшества?

### **Сущность методики**

Выявление, анализ, сравнение и оценка родовых, групповых, индивидуализирующих признаков идентифицируемых объектов почвенного происхождения в целях установления фактических обстоятельств, свидетельствующих о факте пребывания человека, животного или нахождения предмета на конкретном участке местности (месте происшества), составляют сущность экспертного исследования, осуществляемого в рамках производства судебной почвоведческой экспертизы.

Под родовыми признаками в судебной почвоведческой экспертизе понимаются признаки, характеризующие определенную совокупность почв, обладающих общими свойствами: цвет (в воздушно-сухом состоянии – цвет прокаленного остатка), состояние водной суспензии, механический состав, качественное определение степени карбонатности, качественный минералогический состав легкой и тяжелой частей зернистой фракции, минералогический состав тонкодисперсной (илистой) фракции, качественную реакцию среды (рН), качественный элементный состав, состав растительных компонентов и их анатомо-морфологические особенности.

Под общей родовой принадлежностью понимается принадлежность исследуемых объектов, обладающих совокупностью общих родовых признаков определенной территории, имеющей конкретные границы.

Под групповыми признаками понимается комплекс признаков, позволяющих в пределах установленной совокупности (на основании однородности родовых признаков) выделить несколько групп почвенных объектов (локальных участков почвенного покрова), обладающих об-

щими признаками в пределах каждой группы. К групповым признакам относятся показатель интегрального коэффициента отражения, количественное содержание минералов зернистой фракции и их распределение по размерным фракциям, форма зерен минералов и степень их окатанности, наличие на минералах следов травления, окисных пленок, а также количественное содержание химических макро- и микроэлементов, количественное содержание органического вещества (гумуса), показатель рН водной вытяжки, показатель потери при прокаливании (ППП), комплекс микрочастиц инородных включений (антропогенных компонентов).

Под общей групповой принадлежностью понимается принадлежность исследуемых объектов, обладающих совокупностью общих родовых и групповых признаков, к определенной группе участков почвенного покрова конкретной территории.

К индивидуализирующим признакам относятся наличие единичных или совокупности антропогенных включений, не связанных с процессом почвообразования, а привнесенных в почву в результате случайного события (частиц лакокрасочного покрытия, продуктов сварочных работ, нефтепродуктов и др.), а также наличие у включений индивидуализирующих свойств.

Под принадлежностью идентифицируемых объектов конкретному (локальному) участку почвенного покрова (месту происхождения) понимается общность исследуемых объектов, обладающих неповторимой (редко встречающейся) совокупностью общих родовых, групповых и индивидуализирующих признаков.

### **Подзадачи**

Установление природы вещества, поступившего на исследование.

Установление факта нахождения наслоений почвы/грунта на объекте-носителе. Установление факта пригодности наслоений для полного (частичного) сравнительного экспертного исследования.

Определение локализации наслоений почвы/грунта на объекте-носителе. Определение механизма образования наслоений почвы/грунта на объекте-носителе<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Решается в отдельных случаях.

Установление факта наличия в почве/грунте специфических инородных включений (антропогенных компонентов), загрязнения тяжелыми металлами, наличия частиц растительного происхождения и иных включений, указывающих на возможный источник происхождения почвы/грунта.

Установление источника происхождения наслоений на объекте-носителе.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Решение вопроса об установлении общей родовой, групповой принадлежности идентифицируемых объектов почвенного происхождения основано на выявлении индивидуальной совокупности общих родовых, групповых, индивидуализирующих признаков сравниваемых почв: морфологические и физические свойства, минералогический состав, органическое вещество, химические и биологические свойства, а также загрязнение (засорение) почвы антропогенными (техногенными) компонентами.

### **Оборудование<sup>1</sup> и инструменты**

Микроскоп для исследования в отраженном свете (в комплекте с видеокамерой, кольцевым (или иным) осветителем, ПК, программным обеспечением, цветным принтером, ИБП).

Лупа 5–10<sup>×</sup>.

Поляризационный микроскоп.

Рентгеновский дифрактометр.

Спектрофотометр двулучевой с интегрирующей сферой (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Весы лабораторные электронные технические (точность – 0,01 г), аналитические (точность – 0,0001 г).

pH-иономер с набором электродов (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Рентгенофлуоресцентный анализатор (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Встряхиватель лабораторный с набором сит 5,0–0,01 мм.

---

<sup>1</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

Фотоседиментометр.

Автоматическая титровальная станция.

Центрифуга лабораторная.

Водяная, песочная баня электрическая.

Сушильный шкаф.

Муфельная печь.

Дистиллятор.

Электрическая плитка.

Холодильник бытовой.

Таблеточный пресс.

Магнитная мешалка с подогревом (с набором магнитов).

Ступки керамические, агатовые с пестиками.

Скальпели, пинцеты, препарировальные иглы, шпатели.

Лабораторная посуда (чашки Петри различных диаметров, эксикатор, колбы, стаканы, цилиндры, бюксы, пипетки, фарфоровые тигли и др.).

Предметные стекла; стекла с лункой.

Стандартные цветовые шкалы для определения окраски почв.

Марлевый респиратор, резиновые и термостойкие перчатки, моющие средства, бумага «ватман».

Цифровой фотоаппарат.

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

Справочные материалы (литература; натурная коллекция минеральных шлихов).

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы, дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы.

2. Осмотр упаковки вещественных доказательств: целостность, наличие оттисков печатей, штампов, а также пояснительных надписей и подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях.

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

4. Осмотр объекта-носителя в целях обнаружения наслоений. Установление мест их локализации и механизма образования на объекте-носителе<sup>2</sup>.

Установление механизма образования почвенных наслоений на объекте-носителе и определение типа контактного взаимодействия (динамический, статический) производится визуальной оценкой степени внедренности почвенных наслоений в ткань объекта-носителя, четкости очертания границ наслоений, наличия (отсутствия) линий трасс, изменения интенсивности наслоений (от периферии к центру), чередования загрязненных и незагрязненных участков. При необходимости проводится комплексное исследование с привлечением эксперта-трасолога.

5. Фотосъемка общего вида упаковки, объектов-носителей и их отдельных участков, содержащих наслоения.

6. Изъятие наслоений с объекта-носителя:

осмотр невооруженным глазом и с помощью лупы;

изъятие с помощью набора кисточек, шпателей, скальпелей.

Если на объекте-носителе присутствуют наслоения нескольких типов, отличных друг от друга по цвету и механическому составу, то они изымаются в разные чашки Петри и исследуются как самостоятельные объекты.

7. Осмотр сравнительных и контрольных образцов.

Если в пределах одного образца обнаружены агрегаты, различающиеся по морфологическим и физическим свойствам, то они механически разделяются и исследуются как самостоятельные объекты.

8. Определение природы наслоений. Установление природы вещества невооруженным глазом и микроскопическим исследованием.

9. Определение схемы экспертного исследования и последовательности действий в зависимости от массы почвы/грунта в воздушно-сухом состоянии (табл. 1).

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу (в иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке).

<sup>2</sup> Решается в отдельных случаях.

**Возможности экспертного исследования объектов почвенного происхождения  
в зависимости от их массы**

Метод исследования	Масса объекта, мг				
	Менее 50	50–100	100–300	300–1000	Более 1000
Микроскопическое исследование	+	+	+	+	+
Минералогический анализ	+	+	+	+	+
Определение цвета визуально	+	+	+	+	+
Определение спектральной отражательной способности спектрофотометрическим методом	–	–	–	–	+
Определение состояния водной суспензии	–	–	–	+	+
Определение механического состава полевым методом в сухом состоянии	–	+	+	+	+
Определение механического состава полевым методом во влажном состоянии	–	–	+	+	+
Определение механического состава с помощью седиментометра	–	–	–	+	+
Качественное определение степени карбонатности	–	+	+	+	+
Количественное определение содержания карбонатов	–	–	–	–	+
Определение потерь при прокаливании	–	–	–	–	+
Определение общего содержания гумуса	–	–	–	+	+

Метод исследования	Масса объекта, мг				
	Менее 50	50–100	100–300	300–1000	Более 1000
Определение кислотности потенциометрическим методом	–	–	–	–	+
Определение кислотности титриметрическим методом	–	–	–	–	+
Спорово-пыльцевой анализ	–	+	+	+	+
Определение содержания ионов водной вытяжки (качественное)	–	–	–	–	+
Определение ионов водной вытяжки потенциометрическим методом	–	–	–	–	+
Определение фракционного состава (для песков) – ситовой анализ	–	–	–	–	+
Определение фракционного состава (для песков) – с помощью фотоседиментометра	–	–	–	+	+
Исследование антропогенных включений	+	+	+	+	+
Анатомо-морфологическое исследование растительных частиц	+	+	+	+	+

Сравнительное исследование не проводят в следующих случаях: один из сравниваемых объектов не является почвой/грунтом; масса объекта менее 0,01 г; не представляется возможным изъятие почвы/грунта с объекта-носителя (дактопленка, клейкая лента «скотч», ватно-марлевые тампоны и др.) без изменения основных морфологических свойств (признаков).

10. Приведение объектов исследования (почвы/грунта) к стандартным условиям:

сушка до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре (установление равновесия между влажностью почвы/грунта и относительной влажностью окружающего воздуха);

периодическое перемешивание образца (при необходимости);

просеивание через сито с диаметром ячеек 1,0 мм.

11. Взвешивание образцов на технических весах с точностью 0,01 г.

### ***Проведение исследования***

1. Оценка цветовых характеристик почвы/грунта.

Цвет (окраска) почвы – один из важнейших морфолого-генетических (родовых) признаков; по цветовой характеристике можно судить о процессах, протекающих в почве, и о ее принадлежности к определенному почвенному типу.

Окраска почвы/грунта может быть установлена тремя способами:

1) визуальное сравнение объектов между собой;

2) визуальное определение цвета объектов путем сравнения со стандартными цветовыми шкалами;

3) спектрофотометрическое измерение показателя отражательной способности с последующим расчетом коэффициентов отражения света.

Интенсивность и тон окраски существенно зависят от влажности и механического состава почвы, поэтому сравнительное исследование необходимо проводить при одинаковых условиях (воздушно-сухое состояние, одномерные фракции).

Визуальное определение окраски почвы/грунта проводят при дневном освещении, поместив образец, высушенный до воздушно-сухого состояния и просеянный через сито с диаметром ячеек 1,0 мм, на лист белой бумаги.

Название цвета устанавливают исходя из общих представлений о цвете; указывают основной цветовой тон, интенсивность окраски, оттенки; отмечают равномерность (неравномерность) окраски образца (при наличии специализированных атласов почвенных цветов цвет почвы определяют по ним).

Спектрофотометрический метод определения цветовых характеристик почвы/грунта основан на измерении показателя спектральной

отражательной способности (с использованием спектрофотометра, оснащенного интегральной сферой) с последующим расчетом коэффициентов отражения света, характеризующих окраску. Для идентификации почвы/грунта наиболее значимы коэффициент интегрального отражения ( $K_o$ ), коэффициент отражения при длине волны 680 мкм ( $\rho_{680}$ ) и разность между величинами отражения при 620 и 510 мкм ( $\Delta\rho$ ).

Коэффициент интегрального отражения рассчитывают по формуле:

$$K_o = \frac{\rho_{440} + \rho_{490} + \rho_{540} + \rho_{590} + \rho_{640} + \rho_{690}}{6}$$







2. Определение гранулометрического (механического) состава почвы/грунта.

Гранулометрический (механический) состав почвы – относительное массовое содержание в почве (или грунте) фракций механических элементов. Характеристика гранулометрического состава дается на основании соотношения фракций физической глины (частиц менее 0,01 мм) и физического песка (частиц крупнее 0,01 мм) в мелкозем (т.е. в частицах мельче 1,0 мм). Определение механического (гранулометрического) состава почвы/грунта проводится полевым методом (во влажном и воздушно-сухом состоянии в зависимости от массы). Цель определения – отнесение образца почвы/грунта к одной из шести градаций (классов) механического состава: песок, супесь, легкий суглинок, средний суглинок, тяжелый суглинок, глина.

При анализе воздушно-сухой почвы структурную отдельность или небольшое количество измельченной почвы испытывают на ощупь между пальцами: раздавливают на ладони и втирают в кожу. Чем более прочен почвенный агрегат и чем большая часть тонкодисперсной фракции после полного раздавливания втирается в кожу, тем тяжелее ее механический состав.

При анализе почвы во влажном состоянии к навеске воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с диаметром ячеек 1,0 мм, добавляют такое количество воды, при котором образующаяся тестообразная масса будет иметь наилучшую пластичность. Из приготовленной массы скатывают шнур диаметром около 3 мм; из шнура сворачивают кольцо диаметром 3 см. По морфологии образца определяют механический состав исследуемой почвы (табл. 2).

**Показатели гранулометрического состава почвы**

Градация по механическому составу	Ощущение при растирании почвы на ладони	Вид почвы в поле зрения микроскопа	Состояние сухой почвы	Морфология образования при испытаниях
Песок	Песчаная масса	Состоит почти полностью из зерен песка	Сыпучая	 Шнур не образуется
Супесь	Неоднородная масса, в основном песок; слабо ощущается суглинок	Преобладает песок; более мелкие частицы являются примесью	Комья легко распадаются при надавливании	 При раскатывании в шнур почва распадается на мелкие фрагменты
Легкий суглинок	Неоднородная масса, значительное количество глинистых частиц	Преобладает песок; глинистых частиц 20–30 %	Для разрушения комьев в руке требуется небольшое усилие	 При раскатывании образуется шнур, легко распадается на фрагменты
Средний суглинок	Примерно одинаковое количество песчаных и глинистых частиц	Песчаные частицы ясно различимы, составляют 50 %	Комья с трудом раздавливаются в руке	 Формируется сплошной шнур, распадающийся на фрагменты при попытке свертывания в кольцо
Тяжелый суглинок	Очень небольшая примесь песчаных частиц	Преобладают пылеватые глинистые частицы; песчаных частиц почти нет	Комья невозможно разрушить сжатием в руке	 Шнур свертывается в кольцо с трещинами
Глина	Очень тонкая однородная масса	Однородный тонкий порошок; песка нет	Комья твердые, не распадающиеся от удара	 Шнур легко свертывается в кольцо, не растрескивается

Для песчаных почв (грунтов) методом ситового анализа определяют фракционный состав: процентное соотношение песчаных фракций исследуемого объекта.

Песок разделяют на фракции крупного (1,0–1,5 мм), среднего (0,5–0,25 мм) и мелкого (0,25–0,05 мм). Для этого образец отмывают в проточной воде от илистой фракции до полного просветления суспензии, затем просушивают до воздушно-сухого состояния и просеивают навеску (обычно 1,0–5,0 г) через комплект сит с диаметром ячеек 1,0; 0,5; 0,25; 0,05 мм; полученные фракции взвешивают и устанавливают их процентное соотношение. Данные ситового анализа представляют в графическом виде (рис. 1).

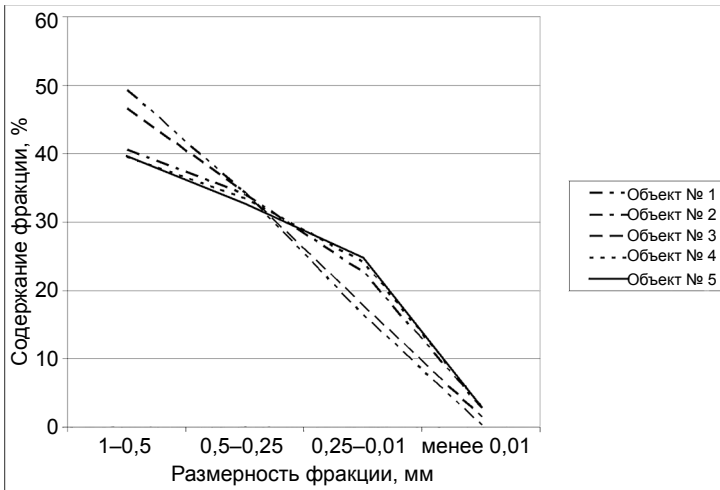


Рис. 1. График распределения фракционного состава песчаных грунтов

Полученные фракции могут быть использованы для проведения минералогического исследования.

### 3. Определение свойств водной суспензии почвы/грунта.

Состояние водной суспензии – показатель, характеризующий цветовые характеристики почвы/грунта и служащий для оценки ее физических свойств (механического состава). Водная суспензия почвы готовится в соотношении почва–вода 1:10 в пробирках одного диаметра при одинаковой толщине стекла. После приготовления суспензии ее взбалтывают в течение 1 мин, а затем визуально определяют цвет (над листом белой бумаги), скорость ее просветления (быстрое, среднее или медленное), степень мутности и прозрачности. Затем оценивают

степень корреляции состояния водной суспензии с цветовыми характеристиками почвы/грунта (в воздушно-сухом состоянии) и механическим составом.

4. Определение цветовых характеристик щелочной вытяжки почвы.

Цвет щелочной вытяжки почвы – косвенный показатель содержания в ней органического вещества (степени гумусированности). Для приготовления щелочной вытяжки используется 0,1 н. раствор NaOH в соотношении почва–щелочь 1:10. Определение цветовых характеристик щелочной вытяжки почвы проводится невооруженным глазом или с использованием спектрофотометра (определение оптической плотности, анализ и сравнение спектров поглощения). Для количественной оценки интенсивности светопоглощения (окраски) гумусовых веществ используется запись закона Бугера – Бера:

$$D = E_{1\text{см}}^{2K(\phi_k)} \cdot C \cdot l,$$

где  $E_{1\text{см}}^{2K(\phi_k)}$  – величина удельной экстинкции гуминовой кислоты (фульвокислоты) при ширине поглощающего слоя в 1 см;

$C$  – концентрация;

$D$  – оптическая плотность;

$l$  – толщина поглощающего слоя (ширина кюветы).

Оптические плотности измеряют при длинах волн 465 и 650 нм. При анализе спектров поглощения гумусовых кислот можно вычислить коэффициент цветности  $D_{465}:D_{650}$ .

5. Качественное и количественное определение степени карбонатности почвы/грунта.

Степень карбонатности почвы/грунта обусловлена наличием минералов кальцита  $\text{CaCO}_3$ , арагонита (имеющего аналогичный состав), доломита  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , а также некоторых карбонатных антропогенных включений (частицы бетона, карбонатный строительный материал). Ввиду слабой растворимости карбонатов в воде содержание и распределение их по почвенному профилю изменяются в течение весьма длительного периода (т.е. этот признак является весьма устойчивым и значимым).

Качественное определение степени карбонатности почвы/грунта проводят путем визуальной оценки реакции «вскипания» от взаимодействия с 10%-й соляной кислотой. Для этого на предметное стекло помещают небольшое количество средней пробы почвы/грунта и добавляют 1–2 капли кислоты. Если почва/грунт содержит карбонаты,

то наблюдается реакция «вскипания» – выделение углекислого газа, интенсивность которой зависит от содержания карбонатов (табл. 3). Определение проводят в трех повторностях.

Таблица 3

**Зависимость интенсивности реакции «вскипания»  
от степени карбонатности почв<sup>1</sup>**

Реакция «вскипания»	Примерное содержание CaCO <sub>3</sub> , %	Степень карбонатности почв
Очень сильная (бурная)	10	Сильнокарбонатные
Сильная и продолжительная	5–10	Сильнокарбонатные
Заметная, но кратковременная	3–4	Среднекарбонатные
Слабая и кратковременная	2–3	Среднекарбонатные
Очень слабая и малозаметная	1–2	Слабокарбонатные
Отсутствует	0	Некарбонатные

Для объемного определения карбонатов экспресс-методом в стакан вместимостью 25,0 мл наливают 5,0 мл 5 н. раствора соляной кислоты. На крышку стакана ставят фарфоровый тигель вместимостью 10,0 мл и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г ( $A_1$ ). В тигель помещают навеску почвы в воздушно-сухом состоянии (0,2–0,5 г), предварительно просеянную через сито с отверстиями 0,25 мм, затем повторно взвешивают стакан и тигель с почвой ( $A_2$ ). Далее очень осторожно почву переносят в стакан (чтобы избежать потерь за счет разбрызгивания). Содержимое дважды тщательно перемешивают вращательными движениями, затем тигель снова ставят на крышку стакана и через 30 мин взвешивают ( $A_3$ ).

Расчет содержания карбонатов  $K$  (%) производят по формуле:

$$K = \frac{B \cdot 2,272 \cdot 100}{a},$$

где  $B$  – масса выделившегося CO<sub>2</sub>, равная  $A_2 - A_3$ ;

$a$  – навеска почвы, равная  $A_2 - A_1$ ;

2,272 – коэффициент пересчета с CO<sub>2</sub> на CaCO<sub>3</sub>.

<sup>1</sup> Классификация весьма приближительна, поэтому для более точного определения содержания карбонатов проводят количественный анализ.

6. Определение степени кислотности и ионов водной вытяжки почвы/грунта.

Кислотность – это способность почв нейтрализовать растворы с щелочной реакцией и подкислять воду и растворы нейтральных солей. Различают две формы кислотности почвы: активную (актуальную) и потенциальную. Активная кислотность обуславливается наличием кислых функциональных групп в почвенном растворе и выражается величиной рН; потенциальная – наличием в почве водорода и алюминия в связанном (обменопоглощенном) состоянии.

При экспертном исследовании почв, как правило, определяют активную кислотность почв в водной суспензии. Определение активной кислотности проводят при соотношении почвы и воды 1,0:2,5.

Для анализа в стеклянную колбу помещают навеску почвы в воздушно-сухом состоянии, пропущенную через сито диаметром ячеек 1,0 мм и взвешенную на технических весах с точностью до 0,01 г. Почву заливают дистиллированной водой, лишенной  $\text{CO}_2$  (рН 6,6–6,8), закрывают колбу каучуковой пробкой, встряхивают в течение 5 мин и определяют рН водной суспензии потенциметрическим или титриметрическим методами.

Потенциметрическое определение рН состоит в измерении электродвижущей силы элемента, состоящего из электрода сравнения с известным потенциалом и индикаторного электрода, потенциал которого зависит от концентрации активных ионов в испытуемом растворе.

В зависимости от полученных значений рН почву подразделяют на группы:

- 3,0–4,5 – сильноокислая;
- 4,5–5,5 – кислая;
- 5,5–6,5 – слабокислая;
- 6,5–7,0 – нейтральная;
- 7,0–7,5 – слабощелочная;
- 7,5–8,5 – щелочная;
- 8,5 и выше – сильнощелочная.

В водной вытяжке почвы (в соотношении почва–вода 1:5) можно определить содержание ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  потенциметрическим методом, используя соответствующие ионоселективные электроды и иономер.

Качественное определение ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  можно провести, используя соответственно 5%-й раствор нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ),

10%-й раствор хлористого бария ( $\text{BaCl}_2$ ), 4%-й раствор щавелевокислого аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ). При использовании этих реактивов о количественной оценке содержания иона судят по выпадению осадка, появлению муты (табл. 4).

Таблица 4

Полуколичественная оценка содержания ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 

Содержание, %	Вид осадка		
	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$
Десятые доли	Большой хлопьевидный	Большой, оседающий на дно	Большой, выпадающий сразу
Сотые доли	Сильная муть	Муть, появляющаяся сразу	Муть, выделяющаяся при перемешивании
Тысячные доли	Опалесценция	Муть, появляющаяся медленно	Муть, выделяющаяся при стоянии

7. Определение потери при прокаливании и цвета прокаленного остатка.

Свойство почвы поглощать (сорбировать) из воздуха парообразную влагу называется гигроскопичностью почвы. Влага, которая удаляется из почвы при температуре 100–105 °С, называется гигроскопической (ГВ); она находится в равновесии с парообразной водой атмосферы и характеризует влажность почвы в воздушно-сухом состоянии. Количество гигроскопической влаги в почве зависит от содержания в ней гумуса и глинистых частиц и служит косвенным показателем ее механического состава и степени гумусированности.

Рассчитывают массовую долю гигроскопической влаги  $W$  (%) по формуле:

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m_1},$$

где  $m$  – масса почвы в воздушно-сухом состоянии, г;

$m_1$  – масса почвы, высушенной при температуре 105 °С, г.

Убыль в массе при нагревании до 900 °С, которая происходит в результате термического разложения органической и минеральной составляющей почвы, а также присутствующих в ней инородных включений, называют потерей при прокаливании (ППП) почвы. При прока-

ливании почва теряет воду, гумус, CO<sub>2</sub> карбонатов, адсорбированные газы и частично хлориды.

Величина ППП дает приблизительную оценку содержания органического вещества в почве. С меньшими отклонениями истинное содержание органического вещества определяется величиной ППП при анализе сильно гумусированных некарбонатных незасоренных почв.

Величину ППП (%) рассчитывают по формуле:

$$\text{ППП} = \frac{m' \cdot (100 + W)}{m} - W,$$

где  $m'$  – масса летучих компонентов, удаленных из почвы при прокаливании, г;

$m$  – навеска почвы в воздушно-сухом состоянии, г;

$W$  – массовая доля гигроскопической влаги.

Определение проводят с использованием сушильного шкафа и муфельной печи по следующей схеме:

определение содержания гигроскопической влаги;

определение потери при прокаливании;

определение цвета прокаленного остатка;

расчет результатов исследования и вариационно-статистических показателей.

#### *Подготовка к проведению исследования*

Новые фарфоровые тигли нумеруют хлорным железом.

Просушивают поглотитель водяных паров для эксикатора (силикагель или др.) при температуре 105 °С.

Фарфоровые тигли доводят до постоянного веса (разница во взвешиваниях не должна превышать 0,0002 г) в сушильном шкафу при температуре 105 °С.

Почву высушивают до воздушно-сухого состояния и просеивают через сито с диаметром ячеек 0,25 мм.

#### *Проведение исследования*

Берут навеску почвы около 0,5 г (в трех повторностях).

Почву помещают в тигли и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Тигли с почвой помещают в сушильный шкаф на 5 ч при температуре 105 °С.

По окончании высушивания тигли помещают в эксикатор, охлаждают в течение 20–30 мин и взвешивают с точностью до 0,0001 г.

Тигли с почвой помещают в холодную муфельную печь, постепенно нагревают ее до 900 °С и прокаливают почву при этой температуре в течение 2–3 ч.

По окончании прокаливания тигли помещают в эксикатор, охлаждают в течение 20–30 мин и взвешивают с точностью до 0,0001 г.

Проводят визуальное определение цвета прокаленного остатка.

#### 8. Определение минералогического состава почвы/грунта.

Для выделения зернистой фракции почвы/грунта часть образца отмывают в потоке воды от тонкодисперсной фракции, осторожно сливая надосадочный слой полученной суспензии и сохраняя при этом осадок. Операцию повторяют до полного просветления надосадочной жидкости. Остаток высушивают в сушильном шкафу при температуре 60–90 °С. Полученный объект (шлих) просеивают через сито с диаметром ячеек 0,25 мм.

Как показывает практика, фракция крупнее 0,25 мм плохо сохраняется на объекте-носителе; наиболее информативной является зернистая фракция 0,25–0,1 мм. При необходимости минералы зернистой фракции можно разделить в делительной воронке по удельному весу с использованием тяжелой жидкости – бромформа (уд. вес 2,89) или определить плотность минералов с помощью гидростатического комплекта аналитических весов.

Исследование и диагностику минералов проводят в отраженном свете микроскопа (при необходимости можно использовать поляризационный микроскоп), при этом используют справочную литературу [7, 8, 17]. Одновременно оценивают степень округлости и окатанности зерен кварца, преобладающий размер, наличие или отсутствие окисных пленок, следов травления, абразивного воздействия (вследствие водного переноса, механической сортировки), а также типоморфные особенности минералов, указывающие на источник их происхождения. Величина увеличения выбирается индивидуально.

При необходимости проводят исследование тонкодисперсной фракции, содержащей глинистые минералы (при наличии оборудования – рентгеновского дифрактометра).

Степень округлости зерен кварца:

сильная;

средняя;

слабая.

Степень окатанности зерен кварца:

сильноугловатая;

угловатая; слабоугловатая;

слабоокатанная;

окатанная;

сильноокатанная.

Для определения количественного содержания минералов зернистой фракции из навески анализируемого объекта отбирают 300 зерен минералов, расположив их в узкую полоску на предметном стекле. Передвигая полученный препарат вдоль горизонтальной окулярной линии микроскопа, подсчитывают количество зерен диагностированных минералов. Сумма всех зерен принимается за 100 %; соотнося с ней число зерен отдельных минералов, определяют их процентное содержание.

9. Сравнительное анатомо-морфологическое исследование комплекса частиц растительного происхождения с привлечением эксперта-ботаника. Определение типа растительного сообщества (если это возможно), характеризующего данный почвенный образец, выявление эндемиков и иных частиц растительного происхождения, указывающих на тип почвообразования или возможный источник происхождения исследуемого образца.

10. Исследование комплекса антропогенных компонентов.

Загрязненность почвы – содержание в ней техногенных продуктов в виде жидкостей и паров, вызывающих появление различных пленок на поверхности почвенных агрегатов и минеральных зерен. В судебной почвоведческой экспертизе засоренность почвы означает содержание в ней твердых инородных (антропогенных) частиц (АК).

Степень засоренности определяется как процентное содержание твердых техногенных частиц относительно минеральной составляющей:

незасоренные – содержание инородных включений менее 1 %;

очень слабозасоренные – 1–3 %;

слабозасоренные – 3–10 %;

среднезасоренные – 10–15 %;

сильнозасоренные – свыше 15 %.

Исследование комплекса частиц антропогенных компонентов состоит из нескольких этапов: выделение частиц одинаковой природы в сравниваемых образцах, их диагностика, идентификация; оценка степени засоренности объекта исследования АК по приведенной классификации.

Глинистые и суглинистые почвенные образцы необходимо декантировать (отмыть), поскольку наличие тонкодисперсной глинистой фракции затрудняет изучение антропогенных частиц. Препарат для диагностики АК готовится так же, как и для изучения минералогического состава. Для исследования АК обычно используют фракции 0,25–0,50 и 0,10–0,25 мм, однако для обнаружения твердых инородных включений необходимо исследовать весь образец.

При обнаружении частиц, однородных по морфологическим признакам и имеющих идентификационную значимость (например, однородные микрочастицы ЛКП), проводят исследование (с привлечением экспертов других специальностей) на предмет установления общей родовой (групповой) принадлежности.

11. Расчет вариационно-статистических показателей количественных результатов измерений.

Проведение достоверной оценки уровня сходства (различия) объектов по выявленному признаку (показателю ППП, рН, данных фракционного состава песков) практически невозможно без применения статистических (вероятностных) методов. Поэтому измерения следует проводить не менее чем в трехкратной повторности, а после определения для каждого варианта необходимо рассчитать средние арифметические величины ( $\bar{x}$ ), средние квадратические отклонения ( $\sigma$ ), ошибки среднего ( $S_{\bar{x}}$ ), абсолютные погрешности ( $t_{\alpha} S_{\bar{x}}$ ), коэффициенты вариации ( $V, \%$ ). Для сравнения количественных признаков в вариационно-статистическом анализе обычно применяют метод сравнения по доверительным интервалам средних значений. Если доверительные интервалы значений двух сравниваемых образцов не пересекаются, то эти образцы различны; если перекрываются, то они одинаковы (с выбранным уровнем значимости  $\alpha$ ).

Сравнение значений по доверительным интервалам проводят по следующей схеме:

1) определение среднего значения признака  $\bar{x}$  путем деления суммы всех значений ( $x_1, x_2, \dots, x_i$ ) на число повторных измерений  $n$ :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i}{n} \quad \text{или} \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

где  $\sum$  – знак суммирования;

$x_i$  – варианты или значения признака;

$n$  – объем выборки;

2) определение отклонений единичных значений от среднего и суммы квадратов отклонений с последующим определением среднего квадратического (стандартного) отклонения  $\sigma$  или дисперсии  $\sigma^2$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}};$$

3) определение ошибки среднего:

$$s_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}};$$

4) для заданного уровня значимости  $\alpha$  (обычно берется 0,95; 0,90; 0,99) берут критическое значение  $t_\alpha$  (по таблице критических значений статистики Стьюдента [6]) с учетом  $\nu$  (степени свободы  $n - 1$ ) и проводят вычисления доверительного интервала среднего:

$$\hat{x}_\alpha = \bar{x} \pm t_\alpha s_{\bar{x}},$$

где  $t_\alpha s_{\bar{x}}$  – абсолютная погрешность;

5) вычисление коэффициента вариации ( $V$ , %):

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100.$$

Коэффициент вариации является коэффициентом изменчивости признака: чем больше  $V$ , тем более изменчив признак. Значения коэффициента вариации, не выходящие за пределы 10 %, принято считать нормальными.

Результаты вычисления количественных показателей оформляют в виде таблицы и графически (табл. 5, рис. 2).

Таблица 5

**Результаты измерений потери при прокаливании (ППП)  
исследуемых почв с уровнем значимости ( $\alpha = 0,05$ )**

№ объекта	Масса почвы в воздушно-сухом состоянии, г	Масса высушенной почвы при температуре 105 °С, г	Массовая доля гидроскопической влаги (W), %	Масса прокаленной почвы, г	Потери при прокаливании (ППП), %	ППП среднее ( $\bar{x}$ )	Стандартное отклонение (σ)	Ошибка среднего ( $S_{\bar{x}}$ )	Абсолютная погрешность $t_{\alpha} S_{\bar{x}}$	Коэффициент вариации (V), %	Значение PPP с учетом доверительного интервала
1	0,5032	0,5006	0,5194	0,4699	6,1324	5,9750	0,1379	0,0796	0,3423	2,31	5,98 ± 0,342
	0,5008	0,4986	0,4413	0,4691	5,9171						
	0,5006	0,4987	0,3810	0,4694	5,8755						
3	0,5024	0,5008	0,3195	0,4720	5,7505	5,8767	0,0815	0,1165	0,5010	3,43	5,88 ± 0,501
	0,5016	0,4991	0,5009	0,4703	5,7702						
	0,5017	0,4992	0,5008	0,4687	6,1095						
6	0,5010	0,4992	0,3606	0,4735	5,1481	5,1146	0,0671	0,0388	0,1666	1,31	5,11 ± 0,167
	0,5001	0,4982	0,3814	0,4725	5,1584						
	0,4995	0,4983	0,2408	0,4732	5,0373						

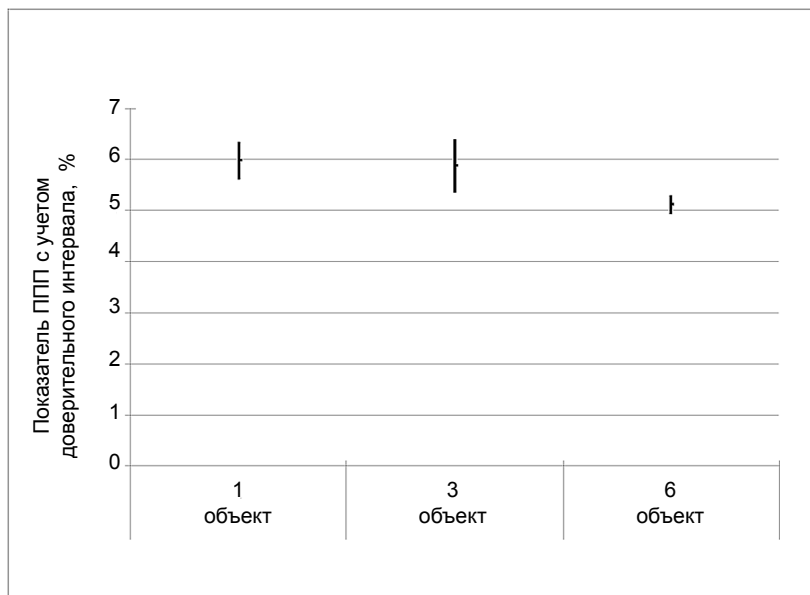


Рис. 2. Графическое изображение показателей потерь при прокаливании (ППП) исследуемых почв с учетом доверительных интервалов (уровень значимости – 0,95)

### Формулирование выводов эксперта

На завершающем этапе экспертизы эксперт готовит синтезирующую часть, в которой кратко излагает результаты исследования общих родовых, групповых и индивидуальных признаков, определенных на основании изученных свойств объектов почвенного происхождения. Оценивает их вариабельность, частоту встречаемости, репрезентативность, идентификационную значимость.

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при установлении совокупности общих родовых, групповых признаков, указывающих на общую родовую или общую групповую принадлежность исследованных объектов.

#### *Примеры.*

Почвенные наслоения, обнаруженные на брюках гр-на Н., и почва, изъятая с места происшества, имеют общие родовые признаки, т.е. имеют общую родовую принадлежность и принадлежат территории городского сквера.

Почвенные наслоения на обуви гр-на К. и почва, изъятая с места происхождения, имеют общие родовые и групповые признаки, т.е. имеют общую групповую принадлежность и принадлежат определенному участку (участкам) почвенного покрова сквера – дорожке в сквере, лужайке и т.п.

Почвенные наслоения на обуви гр-на К. и почва, изъятая с места происхождения, имеют общие родовые, групповые и индивидуализирующие признаки, т.е. принадлежат месту происхождения (локальному участку местности) – конкретному участку тропинки в городском сквере.

Категорический отрицательный вывод формулируется при отсутствии общих родовых признаков, обусловленном различием исследованных объектов.

*Пример.* Почвенные наслоения на обуви гр-на М. и почва, изъятая с места происхождения, не имеют общих родовых признаков, т.е. не имеют общей родовой принадлежности и не принадлежат территории городского сквера.

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных родовых, групповых признаков, высокой степени неоднородности почвенного покрова места происхождения, а также при отсутствии контрольных образцов почвы.

*Пример.* Почвенные наслоения на обуви гр-на Р., вероятно, принадлежат территории городского сквера.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

масса идентифицируемого объекта меньше 0,01 г;

первоначальные свойства объекта изменены (например, вследствие гнилостного процесса);

изъятие с объекта-носителя почвы/грунта невозможно без изменения основных морфологических свойств (наслоения представлены на дактилоскопической пленке, клейкой ленте, марлевом тампоне и т.д.).

## Литература

1. Алексеев А.А., Лазарев В.Г., Сальников В.Г., Адам И. Сравнительный анализ результатов применения комплексных методик криминалистического исследования малых количеств почв // Экспертная практика. – № 31. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991.

2. Алексеев А.А., Питрюк А.П., Сальников В.Г. Определение рН в малых количествах почв // Экспертная практика. – № 22. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1984.

3. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М., 1970.
4. *Белкин Р.С.* Курс криминалистики: Общая теория криминалистики. – М., 1997.
5. *Воробьева Л.А.* Химический анализ почв. – М., 1998.
6. *Дмитриев Е.А.* Математическая статистика в почвоведении. – М., 2010.
7. *Иванов В.В., Мяжкова А.Д.* Оптическая диагностика первичных минералов почв. – 2-е изд., дополн. – М., 1997.
8. *Иванов В.В., Силева Т.М.* Первичные минералы ледниковых почвообразующих пород Русской равнины: Учебное пособие. – М., 2005.
9. *Ищенко Е.П., Топорков А.А.* Криминалистика: Учебник. – 2-е изд., испр. и доп. / Под ред. д-ра юрид. наук, проф. Е.П. Ищенко. – М., 2005.
10. *Ковда В.А.* Основы учения о почвах. – М., 1973.
11. *Ковда В.А., Розанов Б.Г.* Почвоведение. – М., 1988.
12. *Козинер Э.П., Митричев В.С. и др.* Определение кислотности почв // Комплексное криминалистическое исследование почв. – М., 1978.
13. *Орлов Д.С.* Химия почв. – М., 1992.
14. *Питрюк А.П., Алексеев А.А., Ожегов К.С.* Обнаружение, изъятие, упаковка объектов почвенного происхождения и назначение почвоведческой экспертизы. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1987.
15. *Розанов Б.Г.* Морфология почв. – М., 1983.
16. *Смолянинов Н.А.* Практическое руководство по минералогии. – М., 1972.
17. Судебно-почвоведческая экспертиза: Методическое пособие / Под ред. В.В. Тюриковой, А.А. Алексеева. – Вып. 1. – Ч. 2 (особенная). – М., 1993.
18. Судебно-почвоведческая экспертиза: Методическое пособие / Под ред. В.В. Тюриковой, А.А. Алексеева. – Вып. 2. – Ч. 2 (особенная). – М., 1994.
19. Физико-химические методы исследования почв / Под ред. Н.Г. Зырина, Д.С. Орлова. – М., 1980.

# **ФИНАНСОВО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА И СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ**

*Э.Ф. Мусин, С.В. Ефимов*

ЭКЦ МВД России

*М.М. Виноградова*

РФЦСЭ при Минюсте России

### **Экспертная задача**

Установление общей характеристики или изменения финансового состояния хозяйствующего субъекта или его ключевых (выделенных следователем) показателей на конкретную отчетную дату или за конкретный период:

наличия определенного финансового результата по итогам деятельности хозяйствующего субъекта за отчетный период или за несколько периодов;

наличия у хозяйствующего субъекта финансовой возможности отвечать по своим обязательствам, выступать гарантом по обязательствам иного лица или принимать на себя долговые обязательства иного лица;

степени влияния на финансовое состояние хозяйствующего субъекта экономических факторов (конкретных хозяйственных и финансовых операций, учетных операций, в том числе отраженных с искажением информации о финансово-хозяйственной деятельности или приведших к последующему искажению такой информации).

Общее изменение финансового состояния хозяйствующего субъекта оценивается с помощью совокупности выбранных экспертом показателей<sup>1</sup>, характеризующих имущественное положение, ликвидность, платежеспособность, финансовую устойчивость предприятия/организации.

Полученный хозяйствующим субъектом финансовый результат – прибыль или убыток за ряд периодов – позволяет охарактеризовать

---

<sup>1</sup> Показатели, характеризующие финансовое положение хозяйствующего субъекта, подробно описаны в научной и практической литературе соответствующей тематики и могут использоваться (выбираться) экспертом по мере необходимости в зависимости от поставленных на его разрешение вопросов.

рентабельность и стабильность/нестабильность его деятельности, сделать вывод о времени возникновения и длительности устойчиво отрицательного финансового результата, приведшего к неспособности предприятия/организации своевременно и в полном объеме исполнять свои финансовые обязательства.

При наличии достаточной информации можно выявить и изучить причины изменения финансового состояния хозяйствующего субъекта, а также рассчитать степень влияния установленного следователем факта финансово-хозяйственной деятельности предприятия на ее итоги.

### **Объекты исследования**

1. Формы годовой и промежуточной бухгалтерской отчетности – «Бухгалтерский баланс» (форма по ОКУД 0710001), «Отчет о прибылях и убытках» (форма по ОКУД 0710002), «Отчет об изменениях капитала» (форма по ОКУД 0710003), «Отчет о движении денежных средств» (форма по ОКУД 0710004), «Отчет о целевом использовании полученных средств» (форма по ОКУД 0710006), а также иные формы, составленные хозяйствующим субъектом самостоятельно в качестве пояснений к бухгалтерскому балансу и отчету о прибылях и убытках. Преимущественно используются первые две формы, входящие в годовую и промежуточную бухгалтерскую отчетность за I квартал, 1-е полугодие, 9 месяцев.

2. Регистры аналитического и синтетического учета – журналы-ордера, журнал операций (проводок), карточки счетов, главная книга, различные ведомости с записями проводок, остатков и оборотов по счетам (совокупности счетов) и иные регистры, содержащие агрегированные сведения о совокупности экономически однородных хозяйственных и финансовых операций.

3. Первичные учетные документы – счета, акты приема-передачи товарно-материальных ценностей, счета-фактуры, накладные, кассовые ордера, платежные поручения, выписки с расчетных счетов и иные первичные учетные документы, отражающие совершение хозяйственных и финансовых операций.

4. Иные документы – уставные и учредительные документы, свидетельства о регистрации и постановке на учет в налоговом органе, договоры, контракты и т.п. Деловая переписка, раскрывающая суть хозяйственных отношений, не относится к непосредственным объек-

там экспертного исследования, но может служить дополнительным источником информации для эксперта.

5. Иные материалы уголовного дела, содержащие сведения, относящиеся к предмету финансово-аналитической экспертизы, – материалы так называемого «чернового» или неофициального учета, заключения экспертов других специальностей, отчеты оценщиков, протоколы следственных и судебных действий, в том числе протоколы участников уголовного судопроизводства.

### **Вопросы, решаемые экспертизой<sup>1</sup>**

Какова динамика финансового состояния организации М. за период с ... по ...?

Каким образом на финансовое состояние организации М. повлияли операции по отчуждению активов, осуществленные в рамках договора ... (идентификационные признаки договора) с организацией П.?

В соответствии ли с требованиями законодательства в бухгалтерском учете организации З. отражена информация о финансово-хозяйственных операциях, связанных с исполнением договора подряда ... (идентификационные признаки договора) между организацией З. и организацией С.?

Каково финансовое состояние организации З. на ... и на ... при условии учета в соответствии с требованиями законодательства в бухгалтерской отчетности организации З. информации о финансово-хозяйственных операциях, осуществленных в рамках договора подряда ... (идентификационные признаки договора) между организацией З. и организацией С.?

Каким образом на финансовое состояние организации З. повлияли финансово-хозяйственные операции, осуществленные в рамках договора подряда ... (идентификационные признаки договора) между организацией З. и организацией С.?

Каким образом на финансовое состояние организации Д. повлияли операции по отчуждению оборудования и сооружений и принятию на баланс векселей организации Т., осуществленные в рамках договоров мены ... (идентификационные признаки договора) с организацией В. при условии рыночной оценки передаваемых объектов, установленной в заключении оценщика от ...?

<sup>1</sup> В постановлении о назначении экспертизы могут содержаться вопросы, не входящие в компетенцию эксперта-экономиста (прил. 1).

## Сущность методики

Финансово-аналитическая экспертиза назначается при расследовании криминальных банкротств хозяйствующих субъектов. Обязательной экономической составляющей банкротства является критическое ухудшение финансового состояния хозяйствующего субъекта и следующая за ним невозможность своевременного выполнения денежных обязательств и удовлетворения требований кредиторов. В задачи эксперта входит установление конкретных экономических факторов, приведших к банкротству.

В ходе производства финансово-аналитических экспертиз выполняется исследование финансовых аспектов и финансовых результатов деятельности хозяйствующего субъекта на основании данных его бухгалтерской отчетности. Последнее обстоятельство является существенным – без бухгалтерских балансов или иных документов учета и отчетности организации производства экспертизы невозможно; самостоятельно составлять такие документы, восстанавливать учет хозяйствующего субъекта или его фрагменты эксперт не вправе.

Исследуемым лицом при производстве финансово-аналитической экспертизы может выступать любой хозяйствующий субъект – предприятие реального сектора экономики, организация финансового сектора экономики, индивидуальный предприниматель и т.п., причем экспертный подход к исследованию деятельности предприятия и индивидуального предпринимателя будет разным.

Деятельность предприятия реального сектора оценивается по системе показателей – соотношений, вытекающих из данных финансовой отчетности, в основном характеризующих соотношение собственных и заемных средств, а также полученных доходов и понесенных расходов. При этом исследуемое предприятие должно являться коммерческой организацией, имеющей в качестве основной цели своей деятельности извлечение прибыли (ст. 50 ГК РФ), занимающейся предпринимательской деятельностью (т.е. самостоятельной деятельностью, направленной на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи товаров, выполнения работ, оказания услуг), осуществляемой участниками на свой риск (ст. 2 ГК РФ).

В рамках методики расследования криминальных банкротств финансово-аналитическая экспертиза не может выступать в качестве «первичного» процессуального действия, выявляющего и докумен-

тирующего признаки преступления. Финансово-аналитическая экспертиза имеет существенные методические различия от комплексных проверок и ревизий финансово-хозяйственной деятельности. В связи с этим вопросы, охватывающие изучение всех операций, имевших место в исследуемом периоде, не должны ставиться на разрешение эксперта.

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Ознакомление с представленными объектами исследования***

На стадии ознакомления с представленными материалами дела эксперт руководствуется теми идентификационными признаками хозяйствующего субъекта, которые выделил и указал следователь. И эти признаки он описывает в своем заключении. Для юридического лица (организации) такими признаками являются:

наименование юридического лица (ст. 54 ГК РФ, часть первая);

данные о государственной регистрации юридического лица (ст. 51 ГК РФ, часть первая);

местонахождение юридического лица (ст. 54 ГК РФ, часть первая);

идентификационный номер налогоплательщика и наименование налогового органа, в котором организация состоит на учете;

коды по общероссийским и общесоюзным классификаторам.

Кроме того, на этой стадии целесообразно проведение арифметической проверки каждого документа бухгалтерской отчетности (если такая проверка не проводилась на стадии назначения экспертизы), который предполагается к дальнейшему исследованию. Отрицательные результаты арифметической проверки (отсутствие тождества в балансе, равенства между итоговыми строками и их составляющими) не позволяют использовать отчетность в целях последующего финансового анализа<sup>1</sup>.

#### ***Анализ достаточности объектов исследования***

Достаточность объектов исследования – это характеристика материалов дела, представленных эксперту в качестве объектов исследования, означающая возможность дачи на основе их исследования

---

<sup>1</sup> Исключение составляют случаи несовпадения показателей, вызванные округлением цифр. Они могут возникнуть, например, при перенесении в баланс (составленный в миллионах рублей) данных главной книги, составленной с точностью до двух знаков после запятой.

категоричных выводов по поставленным вопросам. Процедура оценки достаточности объектов исследования неотделима от последующего исследования (в том числе от определения экономического содержания изучаемых хозяйственных и финансовых операций). На начальной стадии производства экспертизы проводится первичная оценка достаточности объектов исследования, под которой понимается определение формального наличия необходимых видов объектов исследования и формальной полноты конкретных объектов внутри каждого вида. При этом допустимо, что в ходе исследований при производстве экспертизы у эксперта возникнет необходимость в получении дополнительных объектов и заявлении ходатайства.

### ***Установление динамики финансового состояния***

Непосредственное исследование финансового состояния субъекта хозяйствования проводится исходя из содержания документов учета и отчетности на основе анализа его имущественного положения, ликвидности, платежеспособности, финансовой устойчивости, финансовых результатов, других показателей, обусловленных целью исследования. Степень детализации исследования зависит от объема представленных эксперту документов. Во многих случаях на экспертизу представляются только бухгалтерские балансы и отчеты о прибылях и убытках предприятия. Как правило, это те документы (промежуточная и годовая отчетная бухгалтерская документация), которые изымаются в налоговых органах. Содержащихся в них данных достаточно для проведения анализа имущественного положения хозяйствующего субъекта и коэффициентного анализа, характеризующего платежеспособность, кредитоспособность, ликвидность, финансовую устойчивость, рентабельность организации и другие показатели, рассчитываемые в зависимости от стоящей перед экспертом задачи.

Имущественное положение анализируется по данным бухгалтерского баланса, составленного хозяйствующим субъектом, или по данным аналитического баланса с укрупненными показателями. Баланс формируется экспертом путем группировки (укрупнения) статей исходного бухгалтерского баланса предприятия, т.е. путем агрегирования некоторых однородных по составу элементов балансовых статей. При этом может возникнуть необходимость проведения корректировок отдельных статей актива и пассива баланса на отчетную дату. Так, например, строка 215 «Товары отгруженные» уменьшает пока-

затель по строке 210 «Запасы» и увеличивает показатель по строке 240 «Дебиторская задолженность (платежи по которой ожидаются в течение 12 мес. после отчетной даты)»; строка 630 «Задолженность перед участниками (учредителями) по выплате доходов» увеличивает нераспределенную прибыль отчетного периода в строке 470.

Кроме того, в состав аналитического баланса целесообразно ввести показатели его структуры и динамики финансового состояния (элементы вертикального и горизонтального анализа). Схематично такой баланс выглядит следующим образом.

Наименование статей/коды строк	Абсолютные величины		Относительные величины		Изменения (прирост, уменьшение)			
	начало периода	конец периода	начало периода	конец периода	абсолютные	в структуре	в % к началу периода	в % к изменению итога баланса
	1	2	3	4				
Актив	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	$A_1/B_1 \times 100 \%$	$A_2/B_2 \times 100 \%$	$\Delta A = A_2 - A_1$	$\Delta(A/B \times 100)$	$\Delta A/A_1 \times 100 \%$	$\Delta A/\Delta B \times 100 \%$
Пассив	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	$П_1/B_1 \times 100 \%$	$П_2/B_2 \times 100 \%$	$\Delta П = П_2 - П_1$	$\Delta(П/B \times 100)$	$\Delta П/П_1 \times 100 \%$	$\Delta П/\Delta Б \times 100 \%$
Баланс	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	100	100	$\Delta Б = Б_2 - Б_1$	0	$\Delta Б/Б_1 \times 100 \%$	100

Данные аналитического баланса позволяют охарактеризовать такие показатели финансового состояния хозяйствующего субъекта, как общая стоимость активов (имущества), стоимость оборотных средств, величина собственного капитала, величина заемного капитала и др. в динамике за ряд периодов, и одновременно показать изменение удельного веса различных показателей в общем итоге соответствующего раздела или в валюте баланса.

Кроме того, в состав аналитического баланса целесообразно включить величину чистых активов, которая показывает, какая часть активов организации не обременена обязательствами. Для акционерных обществ, обществ с ограниченной ответственностью, товариществ, унитарных предприятий данный показатель рассчитывается в порядке, установленном совместным приказом Минфина России и ФКЦБ России от 29 января 2003 г. № 10н/03-б/пз «Порядок оценки стоимости чистых активов акционерных обществ», или в ином порядке, уста-

новленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Для расчета аналитических коэффициентов используются данные основного (не аналитического) баланса. Основное внимание уделяется динамике финансового состояния исследуемого лица, в том числе изучению критичности снижения уровня финансового состояния (если происходило снижение).

Набор коэффициентов носит индивидуальный характер и связан с решением конкретной экспертной задачи. Система коэффициентов при достаточности информации в представленных материалах дела должна учитывать дальнейший факторный анализ – эксперту следует использовать те коэффициенты, на которые оказывают влияние изучаемые на следующих этапах исследования экономические факторы.

Для наиболее полной характеристики финансового состояния при решении большинства экспертных задач целесообразно включить в систему коэффициентов следующие финансовые показатели:

- коэффициент абсолютной ликвидности;
- коэффициент быстрой (операционной) ликвидности;
- коэффициент текущей ликвидности;
- коэффициент обеспеченности собственными средствами;
- коэффициент обеспеченности обязательств должника всеми его активами;
- коэффициент обеспеченности обязательств должника его оборотными активами;
- величина чистых активов;
- коэффициент оборотных средств в расчетах;
- рентабельность продаж;
- коэффициент финансовой автономии.

Формулы расчета финансовых коэффициентов приведены в прил. 2.

После установления изменения коэффициентов, характеризующих финансовое состояние организации, дается оценка критичности их снижения. Один из методов оценки – сравнение рассчитанного значения коэффициента с минимально допустимым значением (нормативом):

- коэффициент абсолютной ликвидности – не менее 0,1–0,2;
- коэффициент быстрой ликвидности – не менее 0,7;
- коэффициент текущей ликвидности – не менее 1,2–1,5;

коэффициент обеспеченности собственными средствами – не менее 0,1;

коэффициент обеспеченности обязательств должника всеми его активами – не менее 1;

коэффициент обеспеченности обязательств должника его оборотными активами – не должно быть отрицательной динамики в долгосрочном периоде;

величина чистых активов – не должно быть отрицательного значения или значения, меньшего минимально допустимой величины уставного капитала более 2 лет подряд;

коэффициент оборотных средств в расчетах – не более 3;

рентабельность продаж – не менее 0,08;

коэффициент автономии – не менее 0,3.

При изучении деятельности хозяйствующего субъекта необходимо учитывать его отраслевую специфику: для ряда отраслей экономики необходимо использовать заниженные значения некоторых коэффициентов (например, для строительства характерны существенное превышение заемного капитала над собственным, отсутствие высоких значений ликвидности и т.д.). Подробно среднеотраслевые значения представлены в научной литературе [2].

Значения коэффициентов, характеризующих платежеспособность, имеют для эксперта ориентирующее значение. Вывод о неудовлетворительном финансовом состоянии и неплатежеспособности исследуемого лица может быть дан экспертом лишь после анализа всей совокупности значений представленных коэффициентов. Коэффициентный анализ рекомендуется подкрепить анализом произошедших изменений в объеме и структуре активов и пассивов исследуемого лица (провести анализ структурных изменений).

Констатации рассчитанных числовых значений коэффициентов недостаточно для формулирования выводов о динамике финансового состояния исследуемого лица; необходимо исследовать процессы финансово-хозяйственной деятельности, раскрыть их экономическое содержание, дать интерпретацию произошедшим изменениям в валюте баланса, в структуре активов и пассивов, в соотношении доходов и расходов исследуемого лица (типичной ошибкой является формулирование выводов исключительно на основе технического расчета коэффициентов – исследование становится неполным, а выводы необоснованными).

При наличии достаточной экономической информации, в том числе установленной в ходе оперативно-следственных мероприятий и заложенной в качестве исходных данных в постановлении о назначении экспертизы, в ходе производства финансово-аналитической экспертизы можно установить не только общее изменение финансового состояния, но и степень влияния конкретных экономических факторов на это изменение<sup>1</sup>. При квалификации криминальных банкротств одна из распространенных следственных задач – выявление конкретных сделок, приведших к банкротству хозяйствующего субъекта.

Как правило, в реальной хозяйственной жизни предприятия/организации присутствуют сразу несколько экономических факторов, негативно повлиявших на финансовое состояние; в ряде случаев эксперту необходимо вычлнить те из них, которые оказали наиболее существенное влияние. Это возможно при предоставлении эксперту не только бухгалтерского баланса и отчета о прибылях и убытках, но и иных документов, содержащих экономически значимую информацию об этих факторах, событиях, финансово-хозяйственных операциях.

Негативно влияют на финансовое состояние следующие основные типы хозяйственных и финансовых операций.

1. Безвозмездная передача активов и/или их реализация по заниженной стоимости. При отчуждении большей части необходимых основных средств хозяйствующий субъект лишается возможности начать новый цикл производства и погасить имеющиеся обязательства за счет выручки. В результате в отчетности организации произойдут негативные изменения:

уменьшится валюта баланса;

изменяются в сторону уменьшения показатели по счетам, отражающим внеоборотные и оборотные активы;

увеличатся показатели по счетам, отражающим дебиторскую задолженность или денежные средства (в случае оплаты за реализованные активы), однако такое увеличение будет непропорциональным как выбывшим активам, так и сравнимым показателям по предыдущим периодам;

---

<sup>1</sup> Операции, которые изучаются в рамках финансово-аналитической экспертизы, не оцениваются экспертом как «вывод активов» либо «заведомо невыгодные сделки». Эксперт изучает каждую выделенную хозяйственную и финансовую операцию исключительно с позиций определения степени ее влияния на финансовое состояние хозяйствующего субъекта.

на счетах, отражающих финансовый результат, сформируется убыток или произойдет резкое снижение размера прибыли.

2. Замещение ликвидных активов предприятия неликвидными – оплата за выбывающие ликвидные оборотные и внеоборотные активы осуществляется: неликвидными векселями; акциями (долями) предприятий, находящихся в предбанкротном состоянии; дебиторской задолженностью, не реальной к взысканию; дефектным или морально устаревшим оборудованием.

При совершении операций такого типа без дополнительного моделирования негативных изменений в отчетности не происходит: валюта баланса не снижается, изменения происходят в структуре актива. В постановлении о назначении экспертизы должна быть ссылка на рыночную стоимость активов, ставящихся на баланс взамен выбывающим. Эксперт моделирует отчетность с учетом их фактической стоимости. В смоделированной отчетности произойдут следующие негативные изменения: валюта баланса и финансовый результат уменьшатся на стоимость выбывших активов.

3. Передача активов в рамках погашения искусственно созданной кредиторской задолженности. Путем заключения договоров, выполнение которых трудно проконтролировать и/или стоимость которых может варьироваться, имитируется реализация исследуемому лицу скоропортящихся товаров, песка, опилок; выполнение строительно-монтажных, ремонтных, опытно-конструкторских работ; оказание юридических, транспортных и маркетинговых услуг. После создания первичных учетных документов (счетов, актов сверки задолженности и взаиморасчетов, актов о выполнении работ) исследуемое лицо отражает в своем учете кредиторскую задолженность. В счет погашения образовавшихся фиктивных долгов передаются ликвидные активы. Такие операции приводят к следующим негативным изменениям в бухгалтерской отчетности:

увеличиваются показатели по счетам, отражающим кредиторскую задолженность, расходы;

уменьшаются показатели по счетам, отражающим ликвидные активы;

снижается прибыль или возникают убытки.

4. Ведение финансово-хозяйственной деятельности в искусственно созданных условиях: организация системы поставок и сбыта продукции на исследуемом предприятии с использованием фирм-посредников, контролируемых менеджментом. Фирмы-посредники за-

вышают цены на закупаемые исследуемым лицом товары (в том числе сырье и комплектующие), работы и услуги либо занижают цены на реализуемые товары (в том числе готовую продукцию), работы и услуги.

В результате такой организации финансово-хозяйственной деятельности расходы либо равны доходам, либо превышают их, приводя к формированию у исследуемого лица убытков.

Этот тип хозяйственных и финансовых операций может не привести к резкому ухудшению уровня финансового состояния в краткосрочной перспективе. При производстве финансово-аналитической экспертизы рекомендуется исследовать период не менее двух лет. В постановлении о назначении экспертизы должны быть указаны фактические обстоятельства финансово-хозяйственной деятельности, в частности, сведения о фиктивности фирм-посредников, а также исходные данные о манипулировании ценами на закупаемые (реализуемые) товары, работы и услуги.

***Оценка степени влияния на финансовое состояние  
исследуемого лица выделенных экономических факторов  
(при достаточности данных)***

Проведенный коэффициентный анализ показывает изменение финансового состояния под воздействием всех операций, имевших место в исследуемом периоде. Для оценки степени влияния рассмотренных четырех типов хозяйственных и финансовых операций требуется дополнительное исследование с помощью частной методики, основанной на приемах факторного анализа<sup>1</sup>:

«метод изолированного влияния факторов» рекомендуется использовать в ситуациях, когда операции попадают в один исследуемый квартал либо совершены хронологически ближе к отчетной дате, чем их осуществление;

«метод корректировки влияния факторов» удобнее применять, когда операции длятся более длительное время либо совершены хронологически ближе к отчетной дате после их осуществления.

---

<sup>1</sup> Положения данной частной методики используются только в рамках изучения выделенных четырех типов операций и в соответствии с исходными данными, заложенными следователем, о фактических обстоятельствах финансово-хозяйственной деятельности. Эти положения не могут носить директивного характера и должны корректироваться экспертами в зависимости от условий конкретной экспертной задачи.

Для проведения исследования методами факторного анализа эксперт в первую очередь определяет экономическое содержание выделенных следователем финансовых и хозяйственных операций: их тип влияния на отчетность, корреспонденцию счетов; дает им количественную оценку. При использовании «метода корректировки влияния факторов» эксперт находит подтверждение отражения данных операций в учете исследуемого лица. Операция, которая не нашла отражения в учете (отсутствуют подтверждающие документы), в анализе не рассматривается. Наиболее распространенная ошибка на этом этапе – неверное определение нормативно-правовой конструкции отражения операций в бухгалтерском учете (корреспонденции счетов).

После этого эксперт устанавливает влияние операций на строки исходной бухгалтерской отчетности исследуемого лица, участвующие в расчете финансовых коэффициентов: определяет итоговые суммы изменения строк отчетности (согласно экономическому содержанию исследуемых операций), а также направление их влияния (увеличение или уменьшение соответствующей строки отчетности). Наиболее распространенная ошибка на этом этапе – неверное определение типа исследуемой операции с точки зрения влияния на баланс организации (уменьшение, увеличение валюты баланса, изменение структуры активов или пассивов).

Следующий этап – определение даты исходной бухгалтерской отчетности:

по «методу изолированного влияния факторов» – отчетность, составленная на последнюю отчетную дату перед совершением указанных операций;

по «методу корректировки влияния факторов» – отчетность, составленная на последнюю отчетную дату после совершения указанных операций.

После определения исходной бухгалтерской отчетности эксперт рассчитывает значения коэффициентов, характеризующих финансовое состояние, согласно данным исходной бухгалтерской отчетности исследуемого лица:

по «методу изолированного влияния факторов»:

$$f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^0, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0);$$

по «методу корректировки влияния факторов»:

$$f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^1, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1),$$

где  $f$  – значение результативного признака;

$x_i$  – факторные признаки, влияющие на изменение результативного признака;

$x_k$  – факторный признак, изменяющийся только под влиянием сделки (например, операции, осуществленные в рамках определенного договора);

$k$  – порядковый номер факторного признака, изменяющегося только под влиянием сделки;

$n$  – количество факторных признаков.

Далее эксперт корректирует показатели исходной бухгалтерской отчетности исследуемого лица с учетом влияния операций:

по «методу изолированного влияния факторов» определяет, как изменятся строки отчетности после совершения исследуемых операций;

по «методу корректировки влияния факторов» устанавливает, как изменились бы строки отчетности, если бы данные операции не происходили и не отражались в учете исследуемого лица.

На этом этапе эксперту необходимо изменить строки исходной бухгалтерской отчетности, участвующие в расчете финансовых коэффициентов (уменьшить или увеличить в зависимости от экономического содержания исследуемых операций). По результатам таких действий эксперт получает скорректированную бухгалтерскую отчетность:

по «методу изолированного влияния факторов» – смоделированную отчетность с учетом влияния операций;

по «методу корректировки влияния факторов» – смоделированную отчетность без учета влияния операций.

После этого эксперт рассчитывает значения коэффициентов финансового состояния согласно данным скорректированной бухгалтерской отчетности исследуемого лица:

по «методу изолированного влияния факторов»:

$$f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^1, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0);$$

по «методу корректировки влияния факторов»:

$$f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^0, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1).$$

На следующем этапе эксперту необходимо вычислить частное приращение ( $\Delta x_k Y$ ), характеризующее влияние рассматриваемого факторного признака  $x_k$  (хозяйственных и финансовых операций, выделенных следователем) на результативный показатель – коэффициенты финансового состояния исследуемого лица. Данное изменение рассчитывается как разность величин:

по «методу изолированного влияния факторов» – коэффициентов, характеризующих финансовое состояние исследуемого лица, рассчитанных согласно данным исходной отчетности  $f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^0, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0)$ , и коэффициентов, рассчитанных согласно данным смоделированной отчетности  $f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^1, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0)$ :

$$\Delta x_k Y = f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^1, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0) - f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^0, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0);$$

по «методу корректировки влияния факторов» – коэффициентов, характеризующих финансовое состояние исследуемого лица, рассчитанных согласно данным исходной отчетности  $f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^1, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1)$ , и коэффициентов, рассчитанных согласно данным смоделированной отчетности без учета исследуемых операций  $f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^0, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1)$ :

$$\Delta x_k Y = f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^1, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1) - f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^0, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1).$$

Рассчитанное изменение показывает, насколько снизились (или повысились) коэффициенты под влиянием изучаемых операций в абсолютных единицах и в процентах. Проценты рассчитываются делением значений изменения коэффициентов  $\Delta x_k Y$  на соответствующие значения коэффициентов, рассчитанные согласно данным исходной отчетности:

по «методу изолированного влияния факторов»:

$$\% = \Delta x_k Y / f(x_1^0, \dots, x_{k-1}^0, x_k^1, x_{k+1}^0, \dots, x_n^0);$$

по «методу корректировки влияния факторов»:

$$\% = \Delta x_k Y / f(x_1^1, \dots, x_{k-1}^1, x_k^0, x_{k+1}^1, \dots, x_n^1).$$

### Формулирование выводов эксперта

По результатам исследования эксперт формулирует промежуточные и итоговые выводы.

Промежуточный вывод приводится в завершении конкретного раздела исследования и обобщает полученные результаты.

При формулировании промежуточного вывода о динамике финансового состояния эксперт приводит полученные значения числовых коэффициентов и дает краткую экономическую интерпретацию изменений, наиболее значимых из произошедших за исследуемый период.

При формулировании вывода о степени влияния экономических факторов на финансовое состояние эксперт в абсолютных и относительных показателях дает количественную оценку влияния фактора и кратко описывает экономическую интерпретацию данного влияния.

По результатам факторного анализа могут быть сформулированы следующие выводы.

1. Улучшение финансового состояния – при общем росте финансовых коэффициентов под влиянием изучаемой операции.

2. Разнонаправленное влияние – операция привела к увеличению одних коэффициентов и ухудшению других.

3. Несущественное ухудшение – коэффициенты под воздействием операции сокращаются менее чем на 25 %.

4. Существенное ухудшение – коэффициенты под воздействием операции сокращаются более чем на 25 %.

5. Критическое ухудшение – под влиянием операции коэффициенты выходят за пределы нормативных значений.

Итоговые выводы представляются в виде четких и лаконичных ответов на поставленные вопросы.

*Пример.* Операции по передаче имущества организации А. в рамках договора купли-продажи № ... от ... 20.. г., заключенного между организацией А. и организацией Б., оказывают разнонаправленное влияние на коэффициенты, характеризующие финансовое состояние организации. Отмечается рост коэффициентов: коэффициента обеспеченности собственными средствами; коэффициента обеспеченности обязательств должника его оборотными активами и снижение коэффициентов ликвидности; коэффициента обеспеченности обязательств должника всеми его активами; коэффициента автономии и величины чистых активов.

Однако снижение коэффициентов, характеризующих соотношение всех активов компании и ее долгов, приводит к ухудшению способности организации А. в полном объеме удовлетворять требования кредиторов. Так, под влиянием исследуемых операций происходят следующие негативные изменения:

уменьшение финансового результата организации А. на 45 228 145,71 руб.;  
снижение коэффициента обеспеченности обязательств должника всеми его активами на 0,34 (или на 24,8 %);

снижение коэффициента автономии на 0,24 (или на 88,9 %);

снижение величины чистых активов на 45 228 145,71 руб. (или на 96 %).

### Литература

1. *Бернстайн Л.А.* Анализ финансовой отчетности: теория, практика и интерпретация. – М., 2005.

2. *Донцова Л.В., Никифорова Н.А.* Анализ финансовой отчетности. 7-е изд., перераб. и доп. – М., 2009. – С. 105–106, 116–117, 151–152.

3. *Ефимова О.В.* Финансовый анализ. 4-е изд., перераб. и доп. – М., 2002.
4. *Ковалев В.В., Ковалев В.В.* Финансовая отчетность. Анализ финансовой отчетности. 3-е изд., испр. и доп. – М., 2009.
5. *Ковалев В.В.* Финансовый анализ: методы и процедуры. – М., 2005.
6. *Мельник М.В., Ефимова О.В.* Анализ финансовой отчетности. 2-е изд., испр. и доп. – М., 2005.
7. *Мусин Э.Ф., Ефимов С.В., Савенко В.Г.* Судебно-экономическая экспертиза в органах внутренних дел Российской Федерации. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.
8. *Савицкая Г.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия. 4-е изд., испр. и доп. – М., 2010.
9. *Хиггинс Р.С.* Финансовый анализ: инструменты для принятия бизнес-решений. – М., 2007.
10. *Шеремет А.Д., Незашиев Е.В.* Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. – М., 2005.

### **Правовые и справочные вопросы производства финансово-аналитической экспертизы**

При назначении финансово-аналитической экспертизы на разрешение эксперта-экономиста не могут ставиться правовые вопросы.

*Усматриваются ли в действиях генерального директора организации М. по выводу активов из организации М. в организацию П. признаки преднамеренного (фиктивного) банкротства?*

*Причинен ли действиями генерального директора организации М. материальный ущерб? Если да, то в каком размере?*

Такие вопросы не входят в компетенцию эксперта-экономиста, так как предполагают проведение экспертом полной или частичной уголовно-правовой квалификации действий гражданина по ст. 196 (197) УК РФ.

*Являлась ли на 01.01.2011 г. организация М. банкротом?*

Этот вопрос не входит в компетенцию эксперта-экономиста, поскольку банкротом организация признается в судебном порядке. Кроме того, термины «банкрот», «банкротство» не являются экономическими, и их использование не рекомендуется в тексте заключения эксперта. В ходе финансово-аналитической экспертизы путем применения соответствующего инструментария финансового анализа изучаются различные аспекты финансового состояния исследуемого лица; в тексте заключения эксперта вместо указанных правовых терминов должны использоваться конструкции: «динамика финансовых коэффициентов свидетельствует об утрате организацией минимально допустимого уровня платежеспособности»; «операции по покупке основного средства и частичной оплаты за данное основное средство уменьшили коэффициент текущей ликвидности на 40 %» и т.д.

*Являлись ли операции по отчуждению имущества заведомо невыгодными?*

Этот вопрос не может быть разрешен финансово-аналитической экспертизой, так как связан с оценкой заведомой невыгодности операций, которую невозможно установить исключительно методами финансового анализа. Заведомая невыгодность операции может быть установлена совокупной оценкой собранных доказательств лицом, ведущим производство по уголовному делу (в том числе заключения эксперта-экономиста в части выводов по определению степени влияния операций на финансовое состояние исследуемого лица).

*Имеют ли операции по вкладу в уставный капитал организации М. нематериальных активов (прав на изобретения) фиктивный характер? Если да, то каким образом это повлияло на финансовое состояние организации М.?*

Этот вопрос основывается на оценке фиктивности операций, которая не может быть установлена методами финансового анализа и документального контроля; такая информация устанавливается иными процессуальными действиями и вводится в постановление о назначении экспертизы в качестве исходных данных, закладываемых лицом, ведущим производство по уголовному делу.

*Внесены ли бухгалтером организации М. в бухгалтерскую отчетность организации М. заведомо ложные сведения? Если да, то в какие строки, каким образом и как это повлияло на финансовое состояние организации М.?*

Этот вопрос предусматривает проведение полной проверки правильности составления отчетности и дачи на ее основе правовой оценки достоверности информации, содержащейся в строках отчетности, что не может входить в предмет финансово-аналитической экспертизы; такая информация устанавливается путем назначения проверки (ревизии), бухгалтерской экспертизы (при наличии первичной информации о способах искажения), на основании оценки их результатов лицом, ведущим производство по уголовному делу, и предоставлению этих сведений в качестве исходных данных.

Производство финансово-аналитической экспертизы в обязательном порядке включает проведение экспертных исследований с использованием специальных знаний в области финансового анализа. Без проведения соответствующих экспертных исследований заключение эксперта является документом справочного характера и не может рассматриваться в судопроизводстве в качестве доказательства по уголовному делу.

Например, решение справочных вопросов (Каков финансовый результат по деятельности организации В. в 2011 г.? Какими активами располагала организация В. в 2011 г.? Каков размер кредиторской задолженности организации В. на 01.01.2011 г.?) в отрыве от решения вопросов, относящихся к предмету финансово-аналитической экспертизы, превращает заключение эксперта в справку-извлечение данных из бухгалтерской отчетности и иных документов. Для такого извлечения не требуется проведения исследований с применением специальных знаний в области финансового анализа.

**Справочная таблица по расчету финансовых коэффициентов**

По отчетности с 2003 г.

Наименование коэффициента	Формула (строка баланса или отчета о прибылях или убытках)	Норматив	Экономическое содержание
Коэффициент абсолютной ликвидности	(стр. 260 + стр. 250 (часть «высоколиквидные ценные бумаги»)) / (стр. 690 – стр. 640 – стр. 650)	Не менее 0,2	Способность организации к моментальному погашению долговых обязательств
Коэффициент быстрой ликвидности	(стр. 260 + стр. 250 + стр. 240) / (стр. 690 – стр. 640 – стр. 650)	Не менее 0,8	Способность организации оперативно высвободить из хозяйственного оборота денежные средства и погасить долговые обязательства
Коэффициент текущей ликвидности	стр. 290 / (стр. 690 – стр. 640 – стр. 650)	Не менее 1,5	Общая обеспеченность организации оборотными средствами для ведения хозяйственной деятельности и своевременного погашения срочных обязательств
Коэффициент обеспеченности собственными средствами	(стр. 490 – стр. 190) / стр. 290	Не менее 0,1	Наличие у организации собственных оборотных средств, необходимых для его финансовой устойчивости
Обеспеченность обязательств должника всеми его активами	(стр. 300 – стр. 112 ) / (стр. 590 + стр. 690 – стр. 640 – стр. 650)	Не менее 1	Величина активов организации, приходящихся на единицу долга
Обеспеченность обязательств должника его оборотными активами	(стр. 290 ) / (стр. 590 + стр. 690 – стр. 640 – стр. 650)	Не должно быть отрицательной динамики	Величина оборотных активов организации, приходящихся на единицу долга

Наименование коэффициента	Формула (строка баланса или отчета о прибылях или убытках)	Норматив	Экономическое содержание
Величина чистых активов	(стр. 190 + стр. 290 – стр. 244) – (стр. 450 «целевое финансирование» + стр. 590 + стр. 690 – стр. 640 – стр. 650)	Не должно быть отрицательного значения	Наличие активов организации, не обремененных обязательствами
Коэффициент оборотных средств в расчетах	((стр. 290 – стр. 210 – стр. 220 + стр. 214) × Т (в месяцах)) / стр. 010 Отчета о прибылях и убытках	Не более 3	Скорость обращения оборотных активов организации, не участвующих в непосредственном производстве, т.е. средние сроки, на которые выведены из процесса производства оборотные средства, находящиеся в расчетах или на счетах (период (количество месяцев) покрытия оборотных средств в расчетах за счет выручки)
Коэффициент автономии	(стр. 490 – стр. 411 + стр. 640 + стр. 650) / (стр. 300 – стр. 411)	Не менее 0,3	Удельный вес собственных средств организации в общей сумме источников финансирования
Рентабельность продаж	стр. 050 Отчета о прибылях и убытках / стр. 010 Отчета о прибылях и убытках	Не менее 0,08	Эффективность деятельности, т.е. сколько прибыли (убытка) получено организацией в соотношении с выручкой

# ЭКСПЕРТИЗА МАТЕРИАЛОВ, ВЕЩЕСТВ И ИЗДЕЛИЙ

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ И МАКА

*А.А. Завьялова, М.А. Дроздов, В.М. Дротьев,  
А.А. Мокроусов, Ю.М. Морзункова, Е.П. Сёмкин*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Исследование объекта на предмет отнесения его к конкретному наркотическому средству из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.

Определение количества конкретного наркотического средства из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.

Исследование наркотического средства на предмет выявления признаков, характеризующих общий источник происхождения по использованному растительному сырью объектов, принадлежащих к одному конкретному наркотическому средству из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака<sup>1</sup>.

### Объекты исследования

Объекты, поступившие на исследование и подозреваемые на принадлежность к наркотическим средствам из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака (исключая на всех стадиях их изготовления воздействие реагентов, приводящих к изменению химического состава наркотически активных компонентов, содержащихся в указанных растениях и определяющих физиологическую активность получаемых наркотических средств).

Объекты – предположительно носители следовых количеств наркотических средств (в том числе марлевые или ватные тампоны со смывами, соскобы с различных поверхностей, предметы посуды со следами веществ и др.).

Контрольные образцы материалов и реактивов, используемых при производстве следственных действий, и объектов, наличие на которых остатков наркотических средств исходя из обстоятельств дела малове-

<sup>1</sup> Решается в случае необходимости.

роятно (например, образцы марлевых или ватных тампонов, пропитанные растворителями, использовавшимися при производстве смывов).

В соответствии с действующими международными и национальными нормативными правовыми актами в области регулирования оборота наркотических средств в методике используются следующие термины [2, 6]:

– растение каннабис (конопля) – любое растение рода *Cannabis* [2, 6];

– растение конопля – растение любого вида рода *Cannabis* [7];

– каннабис (марихуана):

а) в соответствии с определением, приведенным в [2, 6]:

верхушки растения каннабис с цветами или плодами (за исключением семян и листьев, если они не сопровождаются верхушками), из которых не была извлечена смола, каким бы названием они не были обозначены;

б) в соответствии с определением, приведенным в [10]:

приготовленная смесь высушенных или невысушенных верхушек с листьями и остатками стебля любых сортов конопли без центрального стебля;

– масло каннабиса (гашишное масло):

а) в соответствии с определением, приведенным в [2, 6]:

концентрат каннабиса, полученный путем экстрагирования каннабиса или смолы каннабиса и обычно содержащий растительное масло;

б) в соответствии с определением, приведенным в [10]:

наркотическое средство, получаемое из частей растений любых видов и сортов конопли путем извлечения (экстракции) различными растворителями или жирами (может встречаться в виде раствора или вязкой массы); экстракты и настойки каннабиса;

– гашиш (анаша, смола каннабиса):

а) в соответствии с определением, приведенным в [2, 6]:

отделенная смола, неочищенная или очищенная, полученная из растения каннабис;

б) в соответствии с определением, приведенным в [10]:

специально приготовленная смесь отделенной смолы, пыльцы растения каннабис или смесь, приготовленная путем обработки (измельчением, прессованием и т.д.) верхушек растения каннабис с разными наполнителями, независимо от того, какая форма была придана смеси (таблетки, пилюли, спрессованные плитки, пасты и др.);

– растение мак – растение рода *Papaver*;

– растение мак снотворный – растение вида *Papaver Somniferum L.*;

– маковая солома – все части (как целые, так и измельченные, как высушенные, так и невысушенные, за исключением зрелых семян)

любого сорта мака, собранного любым способом, содержащие наркотически активные алкалоиды опия [10];

– экстракт маковой соломы – средство, получаемое из маковой соломы любым способом, путем извлечения (экстракции) наркотически активных алкалоидов водой или органическими растворителями; может встречаться в жидком, смолообразном или твердом состоянии;

– опий – свернувшийся млечный сок мака снотворного<sup>1</sup>.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли представленный объект (или вещество наслоений на объекте) наркотическим средством, психотропным, сильнодействующим, ядовитым веществом, прекурсором, наркосодержащим растением или его частями? Если да, то каким именно наркотическим средством, психотропным, сильнодействующим, ядовитым веществом, прекурсором, наркосодержащим растением или частями какого именно наркосодержащего растения он (оно) является?

Имеют ли представленные на экспертизу объекты общий источник происхождения по месту произрастания растительного сырья, из которого было изготовлено наркотическое средство?

### **Сущность методики**

Решение вопроса о принадлежности объекта к конкретному наркотическому средству, получаемому из растений конопли (растение рода *Cannabis*) и мака (растение рода *Papaver*), основано на установлении необходимой и достаточной совокупности признаков исследуемого объекта и оценке ее соответствия необходимой и достаточной совокупности признаков, присущих конкретному виду наркотического средства из числа указанных наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.

После проведения комплекса необходимых анатомо-морфологических и физико-химических исследований и отнесения объекта к кон-

---

<sup>1</sup> Свернувшийся млечный сок разных видов мака, не являющихся снотворным, но содержащих алкалоиды мака, включенные в Список наркотических средств Постоянного комитета по контролю наркотиков, имеет внешние признаки опия, однако в отличие от опия может содержать не морфин, а другие наркотически активные алкалоиды (тебаин или орипавин) [10].

кретному наркотическому средству, получаемому из растений конопли и мака, проводят определение массы наркотического средства.

Исследование наркотического средства на предмет выявления признаков, характеризующих общий источник происхождения по использованному растительному сырью, и исследование объектов, принадлежащих к одному конкретному наркотическому средству из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака, основаны на установлении и оценке необходимой и достаточной совокупности признаков однородности химического (компонентного) состава исследуемых объектов.

## Подзадачи

### ***1. Предварительное исследование объекта.***

*Объекты исследования.* Вещества растительного происхождения (целые растения; фрагменты растений; измельченные частицы растительного происхождения; твердые, смолообразные, мазеобразные, жидкие вещества с признаками растительного происхождения).

*Принцип решения подзадачи.* Внешний осмотр и органолептическое исследование: определение цвета, запаха, фазового состояния, наличия посторонних включений, однородности объекта; установление его исходной массы; отбор представительной пробы вещества объекта.

### ***2. Выявление дополнительных признаков объекта.***

*Объекты исследования.* Представительные пробы веществ растительного происхождения, представленных на исследование.

*Принцип решения подзадачи.* Исследование методом оптической микроскопии в целях обнаружения и определения анатомо-морфологических признаков растений конопли или мака, что позволяет выбрать дальнейшую схему исследования объекта.

### ***3. Химическое исследование вещества объекта.***

*Объекты исследования.* Представительные пробы веществ растительного происхождения, изготовленных из растений конопли и мака.

*Принцип решения подзадачи.* Исследование методами аналитической химии (качественные химические реакции), тонкослойной хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, что позволяет выявить в составе исследуемых веществ конкретные соединения, определяющие психоактивное действие наркотических средств, изготовленных из растений конопли и мака.

На основании обобщения результатов предварительного исследования, выявления дополнительных признаков и химического исследования эксперт устанавливает необходимую и достаточную совокупность признаков исследуемого объекта, позволяющих провести оценку ее соответствия совокупности признаков, присущих конкретному наркотическому средству из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.

#### ***4. Определение количества конкретных видов наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.***

*Объект исследования.* Точная навеска представительной пробы вещества представленного на исследование объекта, отнесенного экспертом к конкретному наркотическому средству из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака (за исключением наркотического средства гашиш (анаша, смола каннабиса).

*Принципы решения подзадачи.* Количество наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака (за исключением наркотического средства гашиш (анаша, смола каннабиса), определяют путем расчета массы сухого вещества, содержащегося в исходной массе поступившего на исследование наркотического средства, после высушивания при температуре 110–115 °С до постоянной массы.

Количество наркотического средства гашиш (анаша, смола каннабиса) определяется исходной массой поступившего на исследование наркотического средства.

При достаточной оснащенности лаборатории и наличии соответствующих вопросов, поставленных эксперту (специалисту), может проводиться количественное определение наркотически активных компонентов в представленных на исследование объектах инструментальными аналитическими методами.

#### ***5. Исследование наркотического средства на предмет выявления признаков, характеризующих обций источник происхождения по использованному растительному сырью объектов, принадлежащих к одному конкретному наркотическому средству из числа наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.***

*Объект исследования.* Вещество представительных проб исследуемых объектов, отнесенных экспертом к одному конкретному виду наркотического средства из числа следующих наркотических средств: каннабис (марихуана), гашиш (анаша, смола каннабиса), маковая солома, опий.

*Принципы решения подзадачи.* Исследование вещества объектов методами газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, высокоэффективной жидкостной хроматографии для установления качественного состава основных каннабиноидов (в марихуане и гашише); качественного состава наркотических алкалоидов опия (в маковой соломе и опиуме); а также для определения их массовой доли и относительного содержания.

Исследование вещества объектов методами эмиссионного спектрального анализа, рентгенофлуоресцентного анализа для установления качественного и количественного элементного состава их минеральной (в том числе зольной) части.

На основании обобщения полученных результатов проводится оценка необходимой и достаточной совокупности признаков однородности химического (компонентного) состава исследуемых образцов наркотических средств:

марихуаны, гашиша – по качественному составу основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола), процентному содержанию (массовой доле) тетрагидроканнабинола, относительному содержанию основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола) в веществе исследуемых объектов, а также по качественному и количественному элементному составу их минеральной (в том числе зольной) части;

маковой соломы и опия – по качественному составу основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина), процентному содержанию (массовой доле) морфина, относительному содержанию основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина) в веществе исследуемых объектов, а также по качественному и количественному элементному составу их минеральной (в том числе зольной) части.

В случае установления в массиве исследуемых объектов группы образцов наркотических средств, одинаковых (в пределах погрешности методики) по каждому из указанных параметров, формулируется вывод о возможном общем источнике происхождения образцов наркотического средства данной группы по использованному растительному сырью.

**Совокупность признаков, характеризующих объект**

***Совокупность признаков исследуемого объекта, необходимая и достаточная для отнесения его к конкретному виду наркотического средства, полученного из растения конопля***

Для установления принадлежности растительной массы к каннабису (марихуане) необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки растения конопля (строение стеблей, листьев либо их частей, соцветий, плодов; характерные для конопли цвет и запах);

анатомические признаки растения конопля;

наличие тетрагидроканнабинола.

Для отнесения объекта к гашишу необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки, характерные для гашиша (цвет, запах, консистенция);

анатомические признаки частиц растения конопля в объекте;

наличие тетрагидроканнабинола;

признаки специальной переработки растительной массы (измельчение, просеивание, прессование);

наличие у объекта какой-либо формы (плитка, таблетка, комок и т.д.).

Для отнесения объекта к маслу каннабиса (гашишному маслу) необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки гашишного масла (цвет, запах, консистенция);

признаки экстрагента (если гашишное масло получено экстракцией органическими растворителями, животными или растительными жирами);

наличие тетрагидроканнабинола.

***Совокупность признаков исследуемого объекта, необходимая и достаточная для отнесения его к конкретному виду наркотического средства, полученного из растения мак***

Для установления принадлежности растительной массы к маковой соломе необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки растения мак (строение плодов-коробочек, стеблей, листьев либо их частей);

анатомические признаки растения мак;

наличие наркотических алкалоидов опия – морфина, кодеина, тебаина, орипавина (либо одного из них).

Для отнесения объекта к опию необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки, характерные для опия (цвет, запах, консистенция (от мазеобразной до твердой);

наличие наркотического алкалоида опия – морфина;

наличие меконовой кислоты.

Для отнесения объекта к экстракту маковой соломы необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки, характерные для экстракта маковой соломы (цвет, запах, консистенция (от жидкой до твердой);

наличие хотя бы одного из наркотических алкалоидов опия – морфина, кодеина, тебаина или орипавина;

отсутствие меконовой кислоты.

Для признания объекта млечным соком разных видов мака, не являющихся опийным или масличным маком, но содержащих алкалоиды мака, включенные в списки наркотических средств и психотропных веществ, необходимо выявить следующий комплекс признаков:

внешние признаки, характерные для опия (цвет, запах, консистенция (от мазеобразной до твердой);

наличие хотя бы одного из наркотических алкалоидов – тебаина или орипавина;

отсутствие наркотических алкалоидов опия – морфина и кодеина.

В случае установления соответствия необходимой и достаточной совокупности признаков исследуемого объекта необходимой и достаточной совокупности признаков, присущих конкретному наркотическому средству из числа указанных наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака, формулируется вывод о принадлежности исследуемого объекта к данному конкретному виду наркотического средства.

### **Оборудование, материалы и реактивы<sup>1</sup>**

Штангенциркуль (точность – 0,1 мм).

Линейка (точность – 1 мм).

Лупа криминалистическая.

---

<sup>1</sup> Квалификационные требования к растворителям и реактивам определяются типом и методическими особенностями используемого оборудования.

Бинокулярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой (отраженный косопadaющий, проходящий свет; искусственное освещение; увеличение – в зависимости от модели).

Криминалистический атлас цветов.

Детектор пылевзвесей и паров наркотических средств.

Материалы и оборудование для отделения информативной части объекта (комплекты слесарного, столярного инструментов и др.).

Справочные материалы (справочные пособия, справочно-информационные фонды, натурные коллекции, базы данных и др.).

Средства фиксации (фотоаппаратура и фотоматериалы; устройства цифровой записи; компьютер; сканер; принтер; программное обеспечение).

Емкости для экстракции.

Растворители различной полярности.

Хлоралгидрат.

Щелочь (5–15%-й водный раствор KOH, NaOH).

Спиртовка.

Емкости для упаривания.

Вытяжной шкаф.

Емкости для концентратов.

Материалы и оборудование для проведения операций перегонки, десорбции, очистки и концентрирования проб.

Ультразвуковая ванна.

Хроматографические пластины («Сорбфил» УФ-254, Россия; «Silufol» UV-254, Чехия; «Merck» Alufolien Kieselgel 60 F 254, Германия и др.).

Кюветы для элюирования хроматографических пластин.

УФ-лампа с излучением в областях 254 и 366 нм.

Камера для проявления хроматографических пластин.

Набор лабораторной посуды.

Приспособления для нанесения проб на хроматографические пластины (микродозаторы; микрошприцы; стеклянные, полиэтиленовые, фторопластовые и иные капилляры и др.).

Растворы образцов-свидетелей.

Устройство для сушки пластин.

Пинцет.

Перчатки (латексные, полиэтиленовые и др.).

Пульверизатор.

Проявляющие агенты [6, 9].

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии типа «Кристалл», «Agilent», «Hewlett Packard» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (масс-селективный детектор, пламенно-ионизационный детектор (ПИД) и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая капиллярная колонка типа «TR-5MS», «TG-5MS», «HP-5MS», «DB-5», «Ultra-1» длиной 25–50 м.

Газ-носитель.

Микрошприц для хроматографии объемом до 10 мкл.

Набор растворителей для пробоподготовки.

Образцы сравнения для калибровки прибора.

Вials для хроматографии с крышками.

Хроматографическая станция для жидкостной хроматографии типа «Waters», «Agilent», «Hewlett Packard», «Миличром» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (спектрофотометрический детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая колонка типа «C18», «RP18», «C8», «Hypercarb».

Набор растворителей для создания подвижных фаз.

ИК-Фурье-спектрометр типа «Nexus», «Avatar», «Paragon», «Spectrum One», «Инфралом ФТ-801» с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Приставка нарушенного полного внутреннего отражения для работы с нативными образцами.

ИК-микроскоп для работы с микрочастицами.

Препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли, микротомы и др.).

Агатовая ступка и пестик; пресс-форма и пресс для изготовления таблеток; держатели (при работе с таблетками).

Оптически прозрачный в ИК-спектральной области материал для прессования таблеток (KBr, ZnSe и др.).

Станция для капиллярного электрофореза (КЭ) типа «Hewlett Packard», «Agilent», «Waters», «Beckman» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (УФ-детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Кварцевый капилляр для систем КЭ.

Набор реактивов, растворителей и буферных систем для КЭ.

Образцы сравнения для калибровки прибора.

Вials для КЭ с крышками.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр типа «ED2000», «Реном ФВ» и др. с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Пластиковые кюветы и держатели для микрообъектов.

Пленка майларовая различной толщины.

Этиловый спирт для промывки кювет.

Электронный микроскоп типа «VEGA II XMU» (TESCAN, Чехия), оснащенный системой рентгеновского микроанализа типа «INCA Energy 450» (Oxford, Великобритания), с детектором отраженных электронов и детектором вторичных электронов и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Двухсторонняя углеродная токопроводящая клейкая лента.

Предметные столики.

Комплекс для эмиссионного спектрального анализа типа «PGS-2», «ИСП-30», «ИСП-28», «ДФС» и др. с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Графитовые электроды марки ЕС-12 (или аналогичные).

Графитовый порошок категории «осч».

Муфельная печь с термостатом.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление наличия разрешения на полное или частичное уничтожение объектов либо изменение их внешнего вида и основных свойств (п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ). В случае отсутствия разрешения – направление запроса инициатору исследования для получения разрешения.

2. Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность, наличие оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей и подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях).

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

***Предварительное исследование объекта  
(внешний осмотр и органолептическое исследование)*** [10]

1. Получение предварительной информации о природе объекта и определение хода дальнейшего исследования.

2. Определение исходной массы исследуемого объекта, его цвета, консистенции, запаха, степени измельчения, наличия посторонних примесей (при необходимости они подлежат дальнейшему исследованию).

3. Фиксация растительных признаков объекта: для наркотических средств из конопли – строение веток, листьев, соцветий, плодов; для наркотических средств из мака – строение стеблей, листьев, наличие коробочек или их частей (стенок, перегородок, рылец, семян).

4. Отбор представительной пробы вещества [11].

***Выявление дополнительных признаков объекта  
(исследование методом оптической микроскопии)*** [7, 10]

Установление ботанической принадлежности растения, из которого получен исследуемый объект, с помощью оптических микроскопов включает две стадии.

На первой стадии исследования от представительной пробы вещества объекта отбирают навеску массой около 0,5 г и осматривают в поле зрения микроскопа в отраженном искусственном свете на белом и черном фоне при увеличении от 16 до 50<sup>x</sup>. На этой стадии выявляются внешние морфологические признаки измельченных растений, а также определяется, один или несколько видов растений входит в состав исследуемого объекта.

Измельченное растение рода *Cannabis* (конопля) характеризуется набором следующих диагностических признаков: на фрагментах листьев (листовых пластинок) имеются простые кроющие волоски, равномерно распределенные по поверхности верхнего и нижнего эпидермиса; верхушки волосков ориентированы в одном направлении; на фрагментах листовых пластинок видны шаровидные блестящие образования (предположительно – сидячие железки); фрагменты соцветий, прицветные чешуйки покрыты простыми кроющими и железистыми волосками.

Измельченное растение рода *Papaver* (мак) характеризуется набором следующих диагностических признаков:

на поперечных срезах стенок плодов-коробочек хорошо виден внутренний слой, состоящий из вытянутых клеток с пористыми стен-

ками (эндокарпий), а также темные овальные точки – клетки млечников с содержимым бурого цвета (засохший млечный сок);

млечники образуют густую сеть ветвящихся млечных трубок и на продольных срезах видны в виде трубчатых структур (нитей);

перегородки, расположенные на внутренней поверхности стенок коробочек, неполные (т.е. не соприкасаются в центре коробочки); на поверхности перегородок видны продолговатые штрихи бурого цвета – места прикрепления семязачатков (семян);

ниже коробочки имеется утолщение (цветоложе), на котором видны мелкие бугорки – места прикрепления тычинок;

рыльце – многолучевое; лучи (или лопасти) соединены в монолитный диск (рыльцевый диск); края лучей ровные или слегка гофрированные; в центре каждого луча проходит так называемый рыльцевый гребень;

на поперечном срезе фрагментов стеблей видны млечники в виде овальных клеток с содержимым бурого цвета (если стебель не имеет сильных механических повреждений);

на продольном срезе видны отдельные клетки или сеть ветвящихся трубок – млечники;

семена – почковидной формы, слегка сдавленные;

оболочка семян имеет ячеистое строение, ячейки – 4–6-угольной формы; сетчато-ячеистая структура поверхности семени мака объясняется наличием в его оболочке сетчато расположенной волокнистой арматуры.

На второй стадии исследования от представительной пробы вещества объекта отбирают навеску массой около 0,05 г, которую помещают в микропробирку и заливают водно-глицериновым раствором хлоралгидрата или 5–15%-м водным раствором щелочи. Полученную смесь нагревают на пламени спиртовки, доводят до кипения и кипятят несколько минут до просветления тканей растительных частиц пробы. Затем их охлаждают, переносят на предметное стекло и рассматривают в поле зрения микроскопа в проходящем искусственном свете при увеличении от 100 до 400<sup>x</sup>. На этой стадии выявляются следующие анатомические признаки измельченных растений.

Измельченное растение рода *Cannabis* (конопля) характеризуется набором следующих анатомических признаков:

кроющие одноклеточные волоски ретортообразной формы с круглым вздутым основанием и острой верхушкой на нижнем и верхнем эпидермисе фрагментов листовых пластинок;

железистые волоски, состоящие из круглых многоклеточных головок (до 16 радиально расположенных клеток) и многоклеточных многорядных ножек (в виде колонновидных образований);

железистые образования, состоящие из многоклеточной шаровидной головки (клетки радиально расположены) на одноклеточной ножке – так называемые сидячие желёзки;

кристаллические включения – в форме друз (друзы оксалата кальция).

Измельченное растение рода *Papaver* (мак) характеризуется набором следующих анатомических признаков:

верхний эпидермис листьев (листовых пластинок) состоит из клеток многоугольной формы; клетки, расположенные над жилками, – вытянутые, узкие, в виде прямоугольников;

клетки нижнего эпидермиса мельче, чем верхнего, также многоугольной формы, но с более изогнутыми стенками;

устьица – многочисленные, расположены беспорядочно; встречаются преимущественно на нижнем эпидермисе;

сосуды – длинные, с кольчатыми и спиральными утолщениями на внутренних стенках.

### ***Химическое исследование***

#### *Исследование методами аналитической химии (качественные химические реакции) [10]*

Обнаружение каннабиноидов.

При исследовании наркотических средств, получаемых из конопли, навеску измельченного образца заливают этанолом, метанолом или гексаном в соотношении 1:10; затем на электрической плитке доводят до кипения, снимают и оставляют на 30 мин при комнатной температуре. Несколько капель полученного экстракта наносят на фильтровальную бумагу и опрыскивают 0,5%-м водным раствором прочного синего Б или прочного синего ББ. Появление розового, красного или фиолетового окрашивания свидетельствует о возможном наличии в исследуемом объекте каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола).

### Обнаружение опийных алкалоидов.

Экстракты наркотических средств, получаемых из мака, имеют темно-коричневую окраску, поэтому проведение капельных химических реакций при их исследовании нецелесообразно. Однако при химическом исследовании опия используют качественную цветную реакцию на содержание в нем меконовой кислоты: навеску вещества растворяют в воде в соотношении 1:100 и к 10 мл водного извлечения прибавляют одну каплю водного раствора хлорида железа (3); при наличии меконовой кислоты появляется красное окрашивание. Эта реакция позволяет отличать экстракт маковой соломы (экстракционный опий) от опия, в котором содержится меконовая кислота.

### *Исследование методом тонкослойной хроматографии [10]*

Исследование методом тонкослойной хроматографии позволяет выявлять наркотически активные компоненты конопли и мака. Хроматографирование проводят на пластинах для тонкослойной хроматографии; в качестве сорбента используют силикагель (пластины: Sorbfil, Silufol, Merck). На пластину наносят 3–4 мкл экстракта исследуемого объекта в органическом растворителе.

### Определение каннабиноидов.

При исследовании наркотических средств, получаемых из конопли, экстракцию осуществляют так же, как и при проведении качественной химической реакции. Хроматографирование экстрактов проводят в следующих системах растворителей: толуол, бензол, гексан–диэтиловый эфир – 4:1; петролейный эфир–диэтиловый эфир – 4:1.

На хроматографическую пластину также наносят свободные образцы, представляющие собой экстракты марихуаны, гашиша или раствор гашишного масла с известным каннабиноидным составом. В качестве проявляющего реагента используют 0,5%-й водный раствор прочного синего Б или прочного синего ББ. Зоны каннабиноидов выходят на хроматограмме в следующей последовательности (от линии старта): каннабинол, тетрагидроканнабинол, каннабидиол.

### Определение опийных алкалоидов.

При исследовании наркотических средств, получаемых из мака, в качестве экстрагентов рекомендуется использовать хлороформ, смесь хлороформ–этанол–25%-й водный раствор аммиака – 1:2:0,1 либо слабо подкисленную воду, соблюдая при этом соотношение 1:10. Разделение проводят в следующих системах растворителей: толуол(бензол)–

этанол–триэтиламин – 9:1:1; толуол–ацетон–этанол–25%-й водный раствор аммиака – 45:45:7:3; этанол–диэтиловый эфир–25%-й водный раствор аммиака – 3:6:1.

На хроматографическую пластину наносят свободные образцы, представляющие собой растворы, содержащие наркотически активные алкалоиды опия (при исследовании ацетилированного опия – также и ацетильные производные морфина и кодеина).

Полученные хроматограммы рассматривают в ультрафиолетовом свете, отмечая зоны поглощения флуоресценции. Выявленные зоны проявляют реактивом Марки. При этом зоны морфина, кодеина, моноацетилморфина, ацетилкодеина и диацетилморфина окрашиваются в фиолетовый цвет, а зона тебаина – в желтый. Хроматограммы также можно проявлять реактивом Драгендорфа, который окрашивает все выявленные зоны в коричневый цвет.

#### *Исследование методом газовой хроматографии*

При количественном определении основных каннабиноидов в наркотических средствах марихуана и гашиш измельчают пробы вещества исследуемых объектов, высушенные до постоянной массы при температуре 110–115 °С; затем отбирают от них точные навески массой около 0,1 г, которые заливают 1,0 мл раствора метилстеарата с известной концентрацией (1 мг/мл) в хлороформе, метаноле или этаноле; полученные смеси доводят до кипения, выдерживают 30 мин при комнатной температуре, затем анализируют в указанных выше условиях.

Средние значения относительных массовых коэффициентов (к метилстеарату):

для тетрагидроканнабинола – 1,25;

для каннабинола – 0,83;

для каннабидиола – 1,19.

#### *Исследование методом хромато-масс-спектрометрии [3]*

Исследование методом хромато-масс-спектрометрии проводят для подтверждения в веществе исследуемых объектов (наркотических средств, получаемых из конопли и мака) качественного состава основных каннабиноидов либо основных опийных алкалоидов.

Пробоподготовка образцов объектов для проведения анализа методом хромато-масс-спектрометрии проводится аналогично пробоподготовке для проведения их исследования методами аналитической химии [10].

Идентификация выявленных компонентов проводится по индексам удерживания и масс-спектрам при сопоставлении с библиотечными спектрами или спектрами индивидуальных веществ.

На основании обобщения результатов предварительного исследования, выявления дополнительных признаков и химического исследования устанавливают необходимую и достаточную совокупность признаков исследуемого объекта, позволяющих провести оценку ее соответствия совокупности признаков, присущих конкретному наркотическому средству из числа указанных выше наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака.

### ***Определение количества наркотического средства [10]***

После отнесения исследуемого объекта к конкретному наркотическому средству проводится определение его количества.

Количество наркотических средств, получаемых из конопли и мака (за исключением наркотического средства гашиш (анаша, смола каннабиса)), определяют путем расчета массы сухого вещества, содержащегося в исходной массе поступившего на исследование наркотического средства (объекта) после высушивания при температуре 110–115 °С до постоянной массы.

При этом проба (точная навеска) поступившего на исследование объекта, отнесенного экспертом к конкретному виду наркотического средства (каннабис (марихуана); масло каннабиса (гашишное масло); маковая солома; экстракт маковой соломы (концентрат маковой соломы); опий; млечный сок разных видов мака), высушивается при температуре 110–115 °С до постоянной массы; после этого производится расчет массы сухого вещества, содержащегося в исходной массе поступившего на исследование наркотического средства (объекта).

Количество наркотического средства гашиш (анаша, смола каннабиса) определяют как исходную массу наркотического средства, поступившего на исследование.

***Установление общего источника происхождения  
по использованному растительному сырью объектов,  
принадлежащих к одному конкретному виду  
наркотического средства из числа наркотических средств,  
получаемых из растений конопли и мака<sup>1</sup>***

*Исследование методом хромато-масс-спектрометрии [3]*

Исследование методом хромато-масс-спектрометрии проводят для установления в веществе исследуемых образцов наркотического средства (марихуана, гашиш) – качественного состава основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола) и в веществе исследуемых образцов наркотического средства (маковая солома, опий) – качественного состава основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина).

Пробоподготовку образцов этих наркотических средств для проведения анализа методом хромато-масс-спектрометрии проводят аналогично пробоподготовке при их исследовании методами аналитической химии [10].

Идентификация выявленных компонентов проводится по индексам удерживания и масс-спектрам при сопоставлении с библиотечными спектрами или спектрами индивидуальных веществ.

*Исследование методом газожидкостной хроматографии*

Исследование методом газожидкостной хроматографии проводят для установления в веществе исследуемых образцов наркотического средства (марихуана, гашиш) – количественного содержания основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола), относительного содержания основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола) в веществе исследуемых объектов и в веществе исследуемых образцов наркотического средства (маковая солома, опий) – количественного содержания основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина).

Подготовку проб образцов марихуаны и гашиша для количественного определения методом газовой хроматографии (ГХ) проводят сле-

---

<sup>1</sup> Проводится только для следующих видов наркотических средств: каннабис (марихуана); гашиш (анаша, смола каннабиса); маковая солома; опий (в том числе медицинский) – свернувшийся сок опийного или масличного мака.

дующим образом. Вещество представительных проб марихуаны (гашиша) максимально измельчают в агатовой ступке и гомогенизируют путем перемешивания. От представительной пробы каждого исследуемого образца марихуаны отбирают три точные навески массой не менее 0,5 г каждая, а от представительной пробы каждого исследуемого образца гашиша – три точные навески массой не менее 0,1 г каждая (взвешивание проводят с точностью до 0,001 г). Навески помещают в герметично закупориваемые стеклянные флаконы и добавляют к ним по 10,0 мл раствора метилстеарата в хлороформе с точно выверенной концентрацией 1,0 мг/мл. Полученные смеси осторожно перемешивают и выдерживают не менее 1 ч при комнатной температуре, после чего полученные экстракты анализируют.

Кроме того, от вещества представительной пробы каждого исследуемого объекта (марихуаны и гашиша) отбирают точную навеску (взвешивание проводят с точностью до 0,001 г), которую выдерживают при температуре 110–115 °С до постоянной массы. Исходя из значений исходной и конечной массы навесок рассчитывают содержание в них сухого остатка ( $CO$ , %<sub>масс.</sub>).

Затем по результатам трех параллельных анализов вещества представительной пробы каждого исследуемого образца – марихуаны (гашиша) определяют среднее значение массовой доли  $\Delta^9$ -тетрагидроканнабинола ( $X$ , %<sub>масс.</sub>) в пересчете на вещество, высушенное до постоянной массы, в каждом образце и рассчитывают его доверительный интервал по правилам математической статистики.

В этом случае расчет массовой доли  $\Delta^9$ -тетрагидроканнабинола для каждого параллельного анализа проводят по формуле:

$$X = \frac{S_x \cdot m_{cm} \cdot K}{S_{cm} \cdot m_n \cdot CO} \cdot 10^4,$$

где  $S_x$  – площадь пика  $\Delta^9$ -тетрагидроканнабинола на полученной хроматограмме;

$S_{cm}$  – площадь пика метилстеарата на полученной хроматограмме;

$m_{cm}$  – масса метилстеарата в 10,0 мл его хлороформного раствора, взятого для экстракции, мг;

$m_n$  – масса пробы (навески) исследуемого образца, мг;

$K$  – относительный массовый коэффициент  $\Delta^9$ -ТГК к метилстеарату;

$CO$  – содержание сухого остатка в исследуемом образце, %<sub>масс.</sub>.

Содержание каннабинола и каннабидиола рассчитывают относительно  $\Delta^9$ -тетрагидроканнабинола по площадям их пиков на полученных хроматограммах, принимая площадь пика  $\Delta^9$ -тетрагидроканнабинола за 100 %.

По результатам трех параллельных анализов вещества представительной пробы каждого исследуемого образца – марихуаны (гашиша) определяют средние значения относительного содержания каннабинола и каннабидиола в каждом образце и рассчитывают их доверительные интервалы.

Проводят количественное определение основных опийных алкалоидов в наркотических средствах маковая солома и опий [8].

*Исследование методом  
высокоэффективной жидкостной хроматографии*

Установление количественного содержания основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола) в веществе исследуемых образцов наркотического средства (марихуана, гашиш) может быть проведено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Для этого точные навески предварительно измельченного вещества исследуемых объектов массой 0,1 г помещают в герметично укупориваемые стеклянные флаконы и заливают точно дозированным объемом 5,00 мл метанола, гексана или серного эфира. Полученные смеси во флаконах герметично укупоривают, после чего выдерживают в течение 60 мин при комнатной температуре, периодически интенсивно перемешивая. После отстаивания полученные экстракты отфильтровывают от нерастворимого остатка вещества исследуемых объектов, выпаривают при комнатной температуре, перерастворяют в элюенте и анализируют в следующих условиях:

а) жидкостный хроматограф «Милихром-4», оснащенный многоволновым дискретным УФ-детектором и безградиентным насосом шприцевого типа;

колонка  $2 \times 100$  мм, упакованная обращенно-фазным сорбентом «Separon SGX C-18» с размером частиц 5 мкм;

подвижные фазы:

ацетонитрил–вода–уксусная кислота в объемном соотношении 80:15:0,5 (при анализе основных каннабиноидов в каннабисе (марихуане) и гашише);

фосфатный буфер–ацетонитрил в объемном соотношении 80:20 (при анализе опийных алкалоидов в маковой соломе и опии);

режим элюирования – изократический; скорость потока – 100 мкл/мин;

параллельное детектирование УФ-спектрофотометра на пяти длинах волн: 210, 242, 260, 284 и 324 нм;

объем пробы анализируемого образца – 10 мкл;

б) жидкостный хроматограф «Agilent-1100», оснащенный диодно-матричным УФ-детектором, дегазатором и бинарным градиентным насосом поршневого типа;

колонка «Eclipse XDB C-18» 4,6 × 150 мм с размером частиц 5 мкм; подвижные фазы:

ацетонитрил–вода (с добавкой 0,5%-й уксусной или муравьиной кислоты) в объемном соотношении 80:20 или 70:30 (при анализе основных каннабиноидов в каннабисе (марихуане) и гашише);

фосфатный буфер–ацетонитрил в объемном соотношении 80:20 (при анализе опийных алкалоидов в маковой соломе и опии);

режим элюирования – изократический; скорость потока – 1 мл/мин; параллельное детектирование УФ-спектрофотометра на пяти длинах волн: 210, 242, 260, 284 и 324 нм;

объем пробы анализируемого образца – 5 мкл;

в) жидкостный хроматограф «Waters Alliance», оснащенный полноволновым диодно-матричным УФ/вид-детектором, дегазатором и бинарным градиентным насосом поршневого типа;

колонка Waters «Symmetry RP-18» 2,1 × 150 мм с размером частиц 3,5 мкм;

подвижные фазы:

ацетонитрил–вода (с добавкой 0,5%-й уксусной или муравьиной кислоты) в объемном соотношении 80:20 или 70:30 (при анализе основных каннабиноидов в каннабисе (марихуане) и гашише);

фосфатный буфер–ацетонитрил в объемном соотношении 80:20 (при анализе опийных алкалоидов в маковой соломе и опии);

режим элюирования – изократический; скорость потока – 0,2 мл/мин;

детектирование УФ-спектрофотометра на одной любой длине волны в диапазоне длин волн 190–400 нм;

объем пробы анализируемого образца – 5 мкл.

Выявление пиков каннабидиола, каннабинола и тетрагидроканнабинола на хроматограммах экстрактов вещества исследуемых объектов проводят путем сравнения времен удерживания и УФ-спектров

компонентов полученных хроматограмм с временами удерживания и УФ-спектрами каннабидиола, каннабинола и тетрагидроканнабинола на хроматограмме модельной смеси свободных (аналитических) образцов.

Определение концентрации тетрагидроканнабинола в экстрактах вещества исследуемых объектов проводят по соответствующему градуировочному графику. Исходя из средних значений концентрации тетрагидроканнабинола, найденных по результатам трех параллельных определений для каждого из экстрактов вещества исследуемых объектов, точной массы навесок вещества каждого исследуемого объекта и точно известного объема метанола, взятого для их экстракции, рассчитывают средние значения и доверительные интервалы процентного содержания (массовой доли) тетрагидроканнабинола в веществе каждого исследуемого объекта.

Расчет проводят по формуле:

$$X_{ТГК} = (C \cdot V/m \cdot CO) \cdot 10^4,$$

где  $X_{ТГК}$  – значение процентного содержания тетрагидроканнабинола в исследуемом объекте в пересчете на вещество, высушенное до постоянной массы, %<sub>масс.</sub>;

$C$  – концентрация тетрагидроканнабинола в экстракте вещества исследуемого объекта, найденная по градуировочному графику, мг/мл;

$V$  – объем метанола, взятый для экстракции навески вещества исследуемого объекта, мл;

$m$  – масса навески вещества исследуемого объекта, взятой для экстракции, мг;

$CO$  – значение процентного содержания сухого вещества в исследуемом объекте, %<sub>масс.</sub>.

На основании результатов исследования вещества представленных объектов методами хромато-масс-спектрометрии, газожидкостной хроматографии либо высокоэффективной жидкостной хроматографии эксперт формулирует вывод об однородности образцов наркотических средств:

марихуаны, гашиша – по качественному составу основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола), относительному содержанию (массовой доле) тетрагидроканнабинола, а также по относительному содержанию основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола) в веществе исследованных объектов;

маковой соломы и опия – по качественному составу основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаве-

рина), процентному содержанию (массовой доле) морфина, а также по относительному содержанию основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина) в веществе исследованных объектов.

*Исследование методом рентгенофлуоресцентного анализа*

Исследование вещества представленных объектов методом рентгенофлуоресцентного анализа проводится для установления качественного и количественного элементного состава их минеральной (в том числе зольной) части.

При этом осуществляют следующие действия.

1. Отбирают представительную пробу массой не менее 2,0 г от каждого объекта методом квартования.

2. Просеивают и измельчают на капроновом сите с диаметром ячейки 0,5 мм верхушечные части куста конопли вместе со всеми органами растения, за исключением стебля. Спрессованные комки гашиша, опия предварительно измельчают. Маковую солому измельчают в кофемолке.

3. Приведенные таким образом в одинаковое состояние пробы высушивают до постоянной массы при температуре 105 °С.

4. Спрессовывают полученные пробы на прессе в таблетки. Получают РФА-спектры исследуемых проб и определяют их элементный состав. Формулируют вывод о результатах исследования методом РФА.

5. Взвешивают пробы, помещают в тигли и проводят минерализацию в муфельной печи по температурной программе: 1,5 ч – 250 °С; 2,5 ч – 450 °С.

6. Проводят взвешивание полученных зольных остатков и рассчитывают зольность каждой пробы и приведенный коэффициент зольности (К) (минимальную зольность одного образца принимают за единицу, а зольность остальных образцов делят на эту величину).

7. Перетирают в агатовой ступке до пудрообразного состояния полученные зольные остатки каждой пробы.

8. Получают РФА-спектры исследуемых зольных остатков и определяют их элементный состав. Формулируют вывод о результатах исследования методом РФА.

9. Проводят качественное сравнение элементного состава нативных проб и зольных остатков.

10. При совпадении качественного состава нативных проб и зольных остатков объединяют пробы в условные группы и рассчитывают

для них содержание элементов с учетом приведенного коэффициента зольности на воздушно-сухую пробу. При несовпадении продолжают исследования.

11. Оценку сравнения количественного состава проб проводят с использованием приемов математической статистики [4].

#### *Исследование методом эмиссионного спектрального анализа*

Исследование вещества представленных объектов методом эмиссионного спектрального анализа проводится для установления качественного и количественного элементного состава их минеральной (в том числе зольной) части [5, 9]. При этом осуществляют следующие действия.

1. Отбирают представительную пробу массой не менее 0,5 г от каждого объекта методом квартования.

2. Просеивают и измельчают на капроновом сите с диаметром ячейки 0,5 мм верхушечные части куста конопли вместе со всеми органами растения, за исключением стебля. Спрессованные комки гашиша, опия предварительно измельчают. Маковую солому измельчают в кофемолке.

3. Приведенные таким образом в одинаковое состояние пробы высушивают до постоянной массы при температуре 105 °С.

4. Взвешивают пробы, помещают в тигли и проводят минерализацию в муфельной печи по температурной программе: 1,5 ч – 250 °С; 2,5 ч – 450 °С.

5. Проводят взвешивание полученных зольных остатков и рассчитывают зольность каждой пробы и приведенный коэффициент зольности (К) (минимальную зольность одного образца принимают за единицу, а зольность остальных образцов делят на эту величину).

6. Перетирают в агатовой ступке до пудрообразного состояния полученные зольные остатки каждой пробы.

7. Отбирают от каждого зольного остатка навески массой не менее 10 мг в трехкратной повторности и помещают их в кратер угольных электродов квалификации «осч».

8. Проводят спектрографирование зольных остатков.

9. Расшифровывают полученные спектры и проводят качественное сравнение элементного состава зольных остатков.

10. При совпадении качественного состава зольных остатков объединяют пробы в условные группы и рассчитывают для них интенсив-

ности выявленных элементов с учетом приведенного коэффициента зольности на воздушно-сухую пробу.

11. Оценку сравнения количественного состава проб проводят с использованием приемов математической статистики [4].

### ***Установление общего источника происхождения***

При обобщении полученных результатов эксперт проводит оценку необходимой и достаточной совокупности признаков однородности химического (компонентного) состава исследованных образцов наркотических средств:

марихуаны, гашиша – по качественному составу основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола), процентному содержанию (массовой доле) тетрагидроканнабинола, относительному содержанию основных каннабиноидов (каннабинола, тетрагидроканнабинола, каннабидиола) в веществе исследованных объектов, а также по качественному и количественному элементному составу их минеральной (в том числе зольной) части;

маковой соломы и опия – по качественному составу основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина), процентному содержанию (массовой доле) морфина, относительно содержанию основных опийных алкалоидов (морфина, кодеина, тебаина, наркотина, папаверина) в веществе исследованных объектов, а также по качественному и количественному элементному составу их минеральной (в том числе зольной) части.

При установлении в массиве исследованных объектов группы образцов наркотических средств, одинаковых по каждому из перечисленных параметров (в пределах погрешности измерения), эксперт формулирует вывод об общем источнике происхождения образцов наркотического средства данной группы по использованному растительному сырью.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется в случае установления необходимой и достаточной совокупности признаков, позволяющих отнести исследованный объект (или вещество наслоений на объекте) к определенному наркотическому средству, психо-

тропному, сильнодействующему, ядовитому веществу, прекурсору, наркосодержащему растению или частям определенного наркосодержащего растения.

*Пример.* Представленное на экспертизу вещество растительного происхождения является наркотическим средством – маковой соломой массой ... г.

Категорический отрицательный вывод формулируется в случае если в ходе проведения исследования не был выявлен хотя бы один из признаков, входящий в необходимую и достаточную совокупность признаков, позволяющих отнести исследованный объект (или вещество наслоений на объекте) к определенному наркотическому средству, психотропному, сильнодействующему, ядовитому веществу, прекурсору, наркосодержащему растению или частям определенного наркосодержащего растения.

*Пример.* Представленное на экспертизу вещество растительного происхождения наркотическим средством, психотропным, сильнодействующим, ядовитым веществом, прекурсором, наркосодержащим растением или его частями не является.

Категорический отрицательный вывод формулируется в случае выявления различий в качественном составе и/или количественном содержании основных компонентов сравниваемых образцов либо различий в качественном и/или количественном элементном составе их минеральной (в том числе зольной) части.

*Пример.* Представленные на экспертизу образцы наркотического средства гашиш не имеют общего источника происхождения по месту произрастания растительного сырья (растение конопля), из которого они были изготовлены.

Вероятный положительный вывод формулируется при совпадении всех следующих параметров в исследованных объектах:

а) в случае наркотических средств, получаемых из растения конопля, – наличия и массовой доли тетрагидроканнабинола, качественного состава и относительного количественного содержания других основных каннабиноидов (каннабинола, каннабидиола), качественного и количественного элементного состава их минеральной (в том числе зольной) части;

б) в случае наркотических средств, получаемых из растения мак, – наличия и массовой доли морфина, качественного состава и относительного количественного содержания других основных алкалоидов опия (кодеина, тебаина, наркотина, папаверина), качественного

и количественного элементного состава их минеральной (в том числе зольной) части.

*Пример.* Представленные на экспертизу образцы наркотического средства марихуана могли иметь общий источник происхождения по месту произрастания растительного сырья (растение конопли), из которого они были изготовлены.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

для решения вопроса требуются методический аппарат и/или аналитическое оборудование, которыми эксперт не располагает.

*Пример.* Вопрос о психоактивном воздействии, которое может оказывать представленное на экспертизу вещество растительного происхождения, не может быть решен в ЭКЦ МВД России, так как не входит в компетенцию экспертов-криминалистов системы МВД России.

### Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 1998 г. № 681 «Об утверждении Перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации».

2. Единая конвенция о наркотических средствах 1961 года с поправками, внесенными в нее в соответствии с протоколом 1972 года «О поправках к Единой конвенции о наркотических средствах 1961 года». – Вена, Австрия: Организация Объединенных Наций, 2000.

3. *Агинский В.Н., Савилов А.П., Сорокин В.И., Сорокина Г.И.* Экспертное исследование веществ органической природы на принадлежность к наиболее распространенным синтетическим наркотическим и сильнодействующим веществам. – М.: ЭКЦ МВД России, 1995.

4. *Алексеев Р.И., Коровин Ю.И.* Руководство по вычислению и обработке результатов количественного анализа. – М., 1972.

5. *Колосова В.М., Митричев В.С., Одиночкина Т.Ф.* Спектральный эмиссионный анализ при исследовании вещественных доказательств. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1974.

6. Многоязычный словарь по наркотическим средствам и психотропным веществам, находящимся под международным контролем. – Организация Объединенных Наций, 1983.

7. *Моргункова Ю.М., Сорокин В.И., Любецкий Г.В. и др.* Анатомо-морфологическое исследование наркотических средств растительного происхождения. – М.: ЭКЦ МВД России, 2011.

8. *Савенко В.Г., Сёмкин Е.П., Сорокин В.И., Камаев А.В., Гаевский А.В., Коваленко Е.В.* Количественное определение наркотических средств, получаемых из мака. – М.: ЭКЦ МВД России, 1992.

9. *Сёмкин Е.П., Бутрименко Г.Г., Буров О.Н., Кузьмин Н.М.* Экспертное исследование гашиша. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1976.

10. *Сорокин В.И. и др.* Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака / Под ред. д-ра мед. наук, проф. Э.А. Баба-яна. – М.: ЭКЦ МВД России, РФЦСЭ Минюста России, 1995.

11. *Сорокин В.И., Сёмкин Е.П., Беляев А.В.* Отбор проб при исследовании наркотических средств. – М.: ЭКЦ МВД России, 1994.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОВАРНОЙ НЕФТИ И НЕКОТОРЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Ю.В. Гудзенко, В.М. Дротьев, О.А. Маруткин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи**

Исследование жидкости на предмет отнесения ее к товарной нефти.

Исследование жидкости на предмет отнесения ее к бензину.

Исследование жидкости на предмет отнесения ее к уайт-спириту.

Исследование жидкости на предмет отнесения ее к керосину.

Исследование жидкости на предмет отнесения ее к дизельному топливу.

### **Объекты исследования**

Жидкости, в отношении которых есть основания полагать, что они могут являться товарной нефтью<sup>1</sup>, бензином<sup>2</sup>, уайт-спиритом<sup>3</sup>, керосином<sup>4</sup> или дизельным топливом<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Товарная нефть – сложная физическая смесь углеводородов различного строения с примесью кислородных, азотистых и сернистых соединений.

<sup>2</sup> Бензин – жидкое топливо для использования в двигателях с принудительным зажиганием.

<sup>3</sup> Уайт-спирит – бензин-растворитель для изделий лакокрасочной промышленности; изготавливается из бензинов прямой перегонки при температуре 155–200 °С.

<sup>4</sup> Керосин – жидкое топливо для использования в газотурбинных (воздушно-реактивных) двигателях и осветительных приборах.

<sup>5</sup> Дизельное топливо – жидкое топливо для использования в двигателях с воспламенением от сжатия.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли представленная на исследование жидкость товарной нефтью?

Могли ли иметь представленные на исследование образцы товарной нефти общий источник происхождения?

Является ли представленная на исследование жидкость автомобильным бензином?

Какой марке соответствует представленный на исследование образец автомобильного бензина?

Однородны ли между собой представленные образцы автомобильных бензинов?

Является ли представленная на исследование жидкость уайт-спиритом?

Является ли представленная на исследование жидкость керосином?

Является ли представленная на исследование жидкость дизельным топливом?

Какой марке соответствуют представленные образцы дизельных топлив?

Однородны ли между собой представленные образцы светлых среднестиллятных нефтепродуктов?

### **Сущность методики**

Анализ, оценка и установление на основании комплекса признаков природы жидкости; отнесение ее к товарной нефти, бензину, уайт-спириту, керосину или дизельному топливу.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Все рассматриваемые жидкости имеют общую природу, являются смесями углеводородов различного строения и различаются по групповому и структурному составу входящих в них компонентов.

### **Подзадачи**

Установление природы жидкости, поступившей на исследование.

Отнесение исследуемой жидкости к товарным нефтепродуктам; установление марки товарного нефтепродукта.

## **Оборудование, инструменты и реактивы**

Мерный цилиндр объемом 1000 мл с ценой деления 10,0 мл.

Ареометры АОН-1 и АНТ-2 по ГОСТ 18481–81.

Стеклохимическая посуда; термометры.

Аппарат для разгонки нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 2177–99.

Газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором.

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Реактивы и растворители квалификации не ниже «чда».

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы. Установление наличия разрешения на полное или частичное видоизменение или уничтожение объектов<sup>1</sup>.

2. Осмотр и фиксация упаковки объектов исследования (целостность и состояние; наличие оттисков печатей, штампов, а также соответствующих надписей).

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия (несоответствия) представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>.

4. Фотографирование объектов исследования (общий вид) с указанием объема жидкости, поступившей на исследование.

### ***Проведение исследования***

#### ***Установление природы жидкости на предмет отнесения ее к товарной нефти***

1. Определение органолептических признаков жидкости (цвет, запах). Помещение жидкости на 30 мин в бесцветный прозрачный стеклянный цилиндр (для отстаивания); определение плотности, однородности, подвижности, наличия механических примесей и осадка.

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на полное (частичное) видоизменение (уничтожение) объектов – направление лицу, назначившему экспертизу, письменного ходатайства о предоставлении такого разрешения.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

2. Перегонка 100 мл исследуемой жидкости при атмосферном давлении для определения содержания в ней углеводородных фракций с температурой кипения до 300 °С. В процессе перегонки – определение температуры начала кипения, количества отогнанной жидкости при температуре 200 °С и количества отогнанной жидкости при температуре 300 °С; по окончании перегонки – определение количества и плотности отгона и кубового остатка.

3. Исследование жидкости, полученной в результате перегонки, методом газовой хроматографии (на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором) для установления присутствия в ней легких и среднестиллятных фракций углеводородов различного строения.

4. Обобщение результатов, полученных при исследованиях: на хроматограмме – идентификация пиков фракционных групп, соответствующих легким и среднестиллятным фракциям углеводородов; по количеству и плотности жидкости, отогнанной при температуре 200 и 300 °С, – вывод о наличии легких и среднестиллятных фракций в полном объеме; по наличию, плотности и количественному содержанию неперегоняемого остатка – вывод о присутствии в исследованной жидкости тяжелых высококипящих фракций.

*Установление природы жидкости  
на предмет отнесения ее к бензину*

1. Определение органолептических признаков жидкости (цвет, запах). Перемешивание жидкости и определение плотности, однородности, подвижности, наличия механических примесей и осадка.

2. Исследование жидкости методом газовой хроматографии (на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором) для выявления следующих признаков:

наличие интенсивных хроматографических пиков, соответствующих n-углеводородам с числом атомов от C<sub>4</sub> до C<sub>10</sub>;

низкое содержание парафинов нормального строения; относительно высокое содержание парафинов разветвленного строения, а также нафтенов и ароматических углеводородов;

высота любого хроматографического пика, находящегося между парой пиков n-парафинов, значительно больше половины высоты последнего в паре пика.

3. Обобщение полученных результатов.

*Установление природы жидкости  
на предмет отнесения ее к уайт-спириту*

1. Определение органолептических признаков жидкости (цвет, запах). Перемешивание жидкости и определение плотности, однородности, подвижности, наличия механических примесей и осадка.

2. Исследование жидкости методом газовой хроматографии (на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором) для выявления следующих признаков:

наличие *n*-парафинов с числом атомов от  $C_7$  до  $C_{12}$ ;

наличие легкокипящих углеводородов;

максимальное содержание *n*-парафинов с числом атомов углерода  $C_9$ – $C_{10}$ ;

высокое содержание парафиновых углеводородов нормального строения и нафтеновых углеводородов, составляющих основу жидкости;

отсутствие высококипящих углеводородов;

3. Обобщение полученных результатов.

*Установление природы жидкости  
на предмет отнесения ее к керосину*

1. Определение органолептических признаков жидкости (цвет, запах). Перемешивание жидкости и определение плотности, однородности, подвижности, наличия механических примесей и осадка.

2. Исследование жидкости методом газовой хроматографии (на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором) для выявления следующих признаков:

наличие парафинов с числом атомов от  $C_7$  до  $C_{15}$ ;

наличие легкокипящих углеводородов;

максимальное содержание *n*-парафинов с числом атомов углерода  $C_{10}$ – $C_{11}$ ;

высокое содержание парафиновых углеводородов нормального строения и нафтеновых углеводородов, составляющих основу жидкости;

отсутствие высококипящих углеводородов.

3. Обобщение полученных результатов.

*Установление природы жидкости  
на предмет отнесения ее к дизельному топливу*

1. Определение органолептических признаков жидкости (цвет, запах). Перемешивание жидкости и определение плотности, однородности, подвижности, наличия механических примесей и осадка.

2. Исследование жидкости методом газовой хроматографии (на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором) для выявления следующих признаков<sup>1</sup>:

наличие парафинов с числом атомов от  $C_7$  до  $C_{28}$  (идентификация проводится по сдвоенным пикам гептадекана  $C_{17}$  и октадекана  $C_{18}$  (н- и изо-строения);

наличие относительно легкокипящих углеводородов;

максимальное содержание н-парафинов с числом атомов углерода от  $C_{13}$  до  $C_{15}$ ;

высокое содержание парафиновых углеводородов нормального строения и нафтеновых углеводородов, составляющих основу жидкости;

наличие относительно высококипящих углеводородов;

пики гептадекана и октадекана зарегистрированы в виде сдвоенных пиков с пиками пристана и фитана.

3. Обобщение полученных результатов.

**Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод делается, когда жидкость, представленная на исследование, по физико-химическим показателям, по углеводородному составу и относительному распределению углеводородных компонентов соответствует определенному нефтепродукту.

*Примеры.*

1. В исследуемой жидкости присутствует непрерывный ряд легких и среднестиллятных углеводородных фракций в количестве 42 % от полного объема исследуемой жидкости (температура кипения ниже 300 °С). Остальные 58 % жидкости исходя из исследованных физических свойств являются высококипящими тяжелыми углеводородными фракциями нефти (температура кипения выше 300 °С). Плотность жидкости составляет 870 кг/м<sup>3</sup>. Качественный и количественный фракционный состав исследованной жидкости, ее плотность, подвижность, цвет и запах соответствуют критериям товарной нефти.

---

<sup>1</sup> В качестве примера анализируется хроматограмма дизельного топлива для умеренного климата.

Основываясь на результатах проведенных исследований, описанных выше, можно сделать вывод, что представленная на исследование жидкость является товарной нефтью.

2. Выявленный комплекс признаков исследуемых жидкостей из бутылок № 1 и 2, а именно: внешний вид – прозрачные бесцветные однородные (без расслоений); значение плотности; характерный набор и распределение пиков углеводородов на хроматограмме позволяет заключить, что исследуемые жидкости из бутылок № 1 и 2 являются автомобильными бензинами.

Октановые числа исследуемых автомобильных бензинов, рассчитанные по полученным хроматограммам, составляют 92,5 п. по исследовательскому методу и 83,2 п. – по моторному методу. Давление насыщенных паров данных образцов автомобильных бензинов составляет 50,2 кПа. По показателям цвета, плотности, а также по величинам октановых чисел и давления насыщенных паров данные образцы соответствуют товарной марке АИ-92.

3. Представленные на исследование в стеклянных бутылках однородные, подвижные, прозрачные жидкости светло-желтого цвета объемом 1000 мл и плотностью 840 кг/м<sup>3</sup> каждая по результатам исследования методом газовой хроматографии являются светлыми среднестиллятными нефтепродуктами – дизельными топливами.

По показателям цвета, плотности, фракционного состава, цетанового числа и температуры вспышки в закрытом тигле исследуемые образцы дизельного топлива соответствуют дизельному топливу для холодного климата.

Категорический отрицательный вывод делается, когда хотя бы по одному из параметров (природа жидкости, физико-химические свойства, качественный углеводородный состав и относительное распределение углеводородных компонентов) жидкость, представленная на исследование, не соответствует определенному нефтепродукту.

*Пример.* В жидкости из бутылки № 3 распределение углеводородов не характерно для товарной нефти. Таким образом, жидкость из бутылки № 3 товарной нефтью не является.

Вероятностно-положительный вывод об однородности представленных на исследование образцов делается в том случае, когда образцы совпадают по качественному углеводородному составу и относительному распределению углеводородных компонентов; критерии идентичности у образцов не превышают допустимый предел (10 %) ни по одному параметру, данные образцы одинаковы по качественному и количественному макро- и микроэлементному составу, содержанию серы.

*Примеры.*

1. Образец товарной нефти № 1 совпадает по качественному углеводородному составу и относительному распределению углеводородных компо-

нентов с образцом № 2; критерии идентичности у данных объектов не превышают допустимый предел (10 %) ни по одному параметру, также данные образцы одинаковы по качественному и количественному макро- и микроэлементному составу, содержанию серы. Таким образом, представленные образцы могли иметь общий источник происхождения.

2. Исследуемые образцы автомобильных бензинов однородны между собой по структурному углеводородному составу, как и другие автомобильные бензины такого структурно-группового состава.

Отрицательный вывод о неоднородности представленных на исследование образцов делается, когда представленные образцы совпадают по качественному углеводородному составу с образцом № 2, имеют одинаковый качественный макро- и микроэлементный состав, но отличаются по относительному распределению углеводородных компонентов, критериям идентичности, по количественному содержанию микроэлементов и содержанию серы. Таким образом, представленные образцы не имеют общего источника происхождения.

*Пример.* Образец товарной нефти № 1 совпадает с образцом № 2 по качественному углеводородному составу; они имеют одинаковый качественный макро- и микроэлементный состав, но отличаются по относительному распределению углеводородных компонентов, критериям идентичности, по количественному содержанию микроэлементов и содержанию серы. Таким образом, представленные образцы не имеют общего источника происхождения. Исследуемые образцы бензинов неоднородны по структурному углеводородному составу и не имеют единого источника происхождения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

- недостаточное количество исследуемой жидкости;
- отсутствие необходимого оборудования.

*Пример.* Провести полное исследование образца товарной нефти не представляется возможным в связи с его недостаточным объемом (менее 100 мл).

### Литература

1. ГОСТ Р 51858–2002. Нефть. Общие технические условия.
2. ГОСТ 2177–99 (ИСО 3405–88). Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.
3. ГОСТ 3900–85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.

4. ГОСТ Р 51069–97. Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. № 118 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

6. Исследование товарной нефти и изучение возможности создания баз данных о составе и свойствах их образцов. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

7. *Коняшина Р.А.* Химический состав и методы исследования мало-сернистых керосино-газойлевых фракций. – М., 1968.

8. Криминалистическое исследование светлых нефтепродуктов методом капиллярной газовой хроматографии / И.П. Карлин, Е.П. Сёмкин, П.П. Гарсия и др. / Под ред. С.А. Леонтьевой. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1983.

9. *Маруткин О.А., Гудзенко Ю.В. и др.* Товарная нефть как объект криминалистического исследования // Экспертная практика. – № 63. – М., 2007.

10. Нефть и нефтепродукты. Общие правила и нормы. – М., 2003.

11. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

12. Применение капиллярной газовой хроматографии в исследовании бензинов / И.П. Карлин, Е.П. Сёмкин, С.А. Леонтьева и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1981.

13. СКБ «Хроматэк». Руководство по подготовке и проведению хроматографического анализа нефти с использованием аппаратно-программного комплекса «Хроматэк-Кристалл 2000М». – Йошкар-Ола, 1998.

14. Химия нефти и газа / Под ред. В.А. Проскуракова и А.Е. Драбкина. – Л., 1981.

15. *Черножуков Н.И.* Технология переработки нефти и газа. – Ч. 3. – М., 1978.

16. Экспертное исследование нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

17. *Юркевич И.А., Разумова Е.Р.* Сравнительное изучение высокомолекулярной части нефтей и битумов. – М., 1981.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Ю.В. Гудзенко, Ю.Б. Тузков, Г.В. Любецкий,  
В.В. Гладырев, А.В. Ладонин*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи**

Установление наличия (отсутствия) измененных нефтепродуктов по наличию характерных компонентов.

На основании данных о качественном и количественном составе этих характерных компонентов определение вида, а по возможности и марки исходного нефтепродукта.

### **Объекты исследования**

Объекты, подозреваемые на принадлежность к измененным нефтепродуктам.

Объекты – предположительно носители следовых количеств нефтепродуктов (в том числе остатки после пожара – фрагменты вещной обстановки, марлевые или ватные тампоны со смывами, соскобы с различных поверхностей, а также предметы одежды со следами термического воздействия, пробы грунта и др.).

Контрольные образцы материалов и реактивов, используемых при производстве следственных действий, а также объектов, наличие на которых остатков нефтепродуктов<sup>1</sup>, исходя из обстоятельств дела, маловероятно (например: образцы марлевых или ватных тампонов, пропитанные растворителями, использовавшимися при производстве смывов; контрольный образец грунта, изъятый на некотором отдалении от места, и др.).

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Имеются ли на поверхности представленных объектов следы измененных нефтепродуктов? Если да, то каких именно?

---

<sup>1</sup> Нефтепродукты – смеси различных газообразных, жидких и твердых углеводородов, получаемых из нефти и нефтяных попутных газов. Делятся на следующие основные группы: нефтяные топлива, нефтяные масла, пластичные смазки, нефтяные растворители, ароматические углеводороды, керосины, твердые нефтепродукты, прочие нефтепродукты.

Каков способ изготовления нефтепродуктов (промышленный, самодельный)?

Каково возможное применение обнаруженных веществ в бытовых целях?

Каковы вероятные источники происхождения исходных нефтепродуктов?

### **Сущность методики**

Анализ, оценка и установление на основании комплекса признаков природы объекта; оценка соответствия (несоответствия) его одному из измененных нефтепродуктов (товарной нефти, бензину, уайт-спириту, керосину, дизельному топливу и др.) либо смеси измененных нефтепродуктов.

### **Подзадачи**

Установление природы объекта (жидкости в нативном виде), поступившего на исследование (диагностика), – соответствие (несоответствие) исследуемой жидкости измененным нефтепродуктам; установление марки исходного товарного нефтепродукта, определение вида, наименования, назначения, происхождения жидкости, причин изменения ее свойств и степень этих изменений.

Обнаружение следов нефтепродуктов на объектах; определение их вида, наименования, назначения, происхождения, причин изменения свойств.

Установление тождества конкретных объектов или общей принадлежности сравниваемых объектов (идентификация)<sup>1</sup>.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Признаки объектов, подозреваемых на принадлежность к измененным нефтепродуктам<sup>2</sup>:

наличие горючих свойств; характер горения;  
консистенция (жидкость, твердое вещество, вязкость);

---

<sup>1</sup> Необходимость идентификации может возникнуть, например, при сравнительном исследовании измененных нефтепродуктов в таре, найденной при осмотре места происшествия, и обнаруженных на объекте-носителе.

Задача не всегда разрешима, особенно, если один (или оба) сравниваемых объекта подверглись существенному изменению.

<sup>2</sup> Измененный нефтепродукт – нефтепродукт, изменивший свой состав под влиянием окружающей среды (испарение, экстракция, эмульгирование, полимеризация, фотолиз, окисление, биодegradация) и не соответствующий требованиям, предъявляемым к товарным нефтепродуктам.

плотность;  
цвет;  
запах;  
показатель преломления.

Признаки объектов – носителей следовых количеств измененных нефтепродуктов:

наличие характерного запаха (в том числе с применением детекторов ЛВЖ и ГЖ);

наличие визуально обнаруживаемых следов (в том числе с использованием УФ-излучения);

следы термического воздействия (локальные прогары, окопчения, оплавления).

### **Оборудование, инструменты и материалы<sup>1</sup>**

Штангенциркуль (точность – 0,1 мм).

Линейка (точность – 1 мм).

Лупа криминалистическая.

Биноклярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой (отраженный косоппадающий свет; искусственное освещение; увеличение в зависимости от модели).

Криминалистический атлас цветов.

Детектор паров ЛВЖ и ГЖ.

Материалы и оборудование для отделения информативной части объекта (комплекты слесарного, столярного инструментов и др.).

Справочные материалы (справочные пособия, справочно-информационные фонды, натурные коллекции, базы данных и др.).

Средства фиксации исследуемых объектов и иллюстрации экспертных выводов (денситометры, фотоаппаратура и фотоматериалы, устройства цифровой записи, компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение и др.).

Емкости для экстракции.

Растворители различной полярности.

Емкости для упаривания.

Вытяжной шкаф.

Емкости для концентратов.

Материалы и оборудование для проведения операций перегонки, десорбции, очистки и концентрирования проб.

---

<sup>1</sup> Квалификационные требования к растворителям и реактивам определяются типом и методическими особенностями используемого оборудования.

Ультразвуковая ванна.

Хроматографические пластины («Сорбфил» УФ-254, Россия; «Silufol» UV-254, Чехия; «Merck» Alufolien Kieselgel 60 F 254, Германия, и др.).

Кюветы для элюирования хроматографических пластин.

УФ-лампа с излучением в областях 254 и 366 нм.

Камера для проявления хроматографических пластин.

Набор лабораторной посуды.

Приспособления для нанесения проб на хроматографические пластины (микродозаторы, микрошприцы, стеклянные, полиэтиленовые, фторопластовые и иные капилляры и др.).

Растворы образцов-свидетелей.

Растворители для создания элюирующих систем [14, 19].

Устройство для сушки пластин.

Пинцет.

Перчатки (латексные, полиэтиленовые и др.).

Пульверизатор.

Проявляющие агенты [14, 19].

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии типа «Кристалл», «Agilent», «Hewlett Packard» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (масс-селективный детектор, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая капиллярная колонка типа «TR-5MS», «TG-5MS», «HP-5MS», «DB-5», «Ultra-1» длиной 25–50 м.

Газ-носитель.

Микрошприц для хроматографии объемом до 10 мкл.

Набор растворителей для пробоподготовки.

Образцы сравнения для калибровки приборов.

Вials для хроматографии с крышками.

Хроматографическая станция для жидкостной хроматографии типа «Waters», «Agilent», «Hewlett Packard», «Милихром» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (спектрофотометрический детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая колонка типа «C18», «RP18», «C8», «PGC».

Набор растворителей для создания подвижных фаз.

ИК-Фурье-спектрометр типа «Nexus», «Avatar», «Paragon», «Spectrum One», «Инфралюм ФТ-801» с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Приставка нарушенного полного внутреннего отражения для работы с нативными образцами.

ИК-микроскоп для работы с микрочастицами.

Растворители различной полярности.

Препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли, микротомы и др.).

Агатовая ступка и пестик; пресс-форма и пресс для изготовления таблеток; держатели (при работе с таблетками).

Оптически прозрачный в ИК-спектральной области материал для прессования таблеток (KBr, ZnSe и др.).

Станция для капиллярного электрофореза (КЭ) типа «Hewlett Packard», «Agilent», «Waters», «Beckman» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (УФ-детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Кварцевый капилляр для систем КЭ.

Набор реактивов, растворителей и буферных систем для КЭ.

Виалы для КЭ с крышками.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр типа «ED2000», «Реном ФВ» и др. с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Пластиковые кюветы и держатели для микрообъектов.

Пленка майларовая различной толщины.

Этиловый спирт.

Комплекс для эмиссионного спектрального анализа типа «PGS-2», «ИСП-30», «ИСП-28», «ДФС» и др. с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Графитовые электроды марки ЕС-12 (или аналогичные).

Графитовый порошок категории «осч».

Муфельная печь с термостатом.

Электронный микроскоп типа «VEGA II XMU» (TESCAN, Чехия), оснащенный системой рентгеновского микроанализа типа «INCA Energy 450» (Oxford, Великобритания), с детектором отраженных элек-

тронов, детектором вторичных электронов, необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Двухсторонняя углеродная токопроводящая клейкая лента.

Предметные столики.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и с дополнительными материалами, предоставленными инициатором производства экспертизы (протокол осмотра места происшествия, протокол изъятия, заключение специалиста, акт досмотра и др.). Установление необходимости запроса дополнительных материалов и сведений.

2. Осмотр упаковки объектов; фиксация ее состояния, целостности, наличия оттисков печатей, штампов, а также соответствующих надписей.

3. Вскрытие упаковки<sup>1</sup> и установление соответствия (несоответствия) представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>.

Исходя из предполагаемых свойств объекта и с учетом всей полученной информации – предварительная оценка возможности дальнейших действий и их допустимых пределов; определение условий промежуточного хранения объекта в ходе исследований<sup>3</sup>.

### ***Предварительное исследование***

Осмотр и детальное визуальное исследование представленных объектов с использованием средств фиксации, измерения и индивидуальной защиты<sup>1</sup>. Выявление наличия комплекса характерных признаков для каждого объекта.

При обнаружении капель (частиц), следов жидкости, имеющих внешний вид и/или запах, характерные для измененных нефтепро-

---

<sup>1</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности [14, 19].

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>3</sup> Подозрение на содержание в представленном объекте патогенных биологических агентов, а также особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения дальнейшего исследования, информирования инициатора исследования и ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке.

дуктов или их компонентов, – их отбор и формирование в группы с учетом общегрупповых признаков (например, по следам термического воздействия, по степени загрязненности, по виду материала и др.)<sup>1</sup>.

При исследовании крупногабаритных объектов – отделение от них наиболее информативных частей или производство с информативных участков соскобов или последовательных смывов растворителями различной полярности.

Выявление наличия (отсутствия) контрольных образцов.

### ***Подготовка проб для химического исследования***

1. Приготовление контрольных проб растворителей и материалов, используемых для экстракции объекта (в зависимости от применяемых методов физико-химического анализа). Фиксация отсутствия (в пределах чувствительности применяемых физико-химических методов) в пробах веществ классов, характерных для нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения нефтепродуктов. Для проведения дальнейшего химического исследования могут быть использованы только эти растворители.

При выявлении в контрольных пробах растворителей и материалов перечисленных соединений – замена растворителей на новые и повторение операции контроля.

2. Проведение предварительных операций подготовки к последовательной экстракции с применением общих методов препаративной химии (при необходимости и с учетом характера представленных объектов)<sup>2</sup>.

3. Последовательная экстракция<sup>3</sup> основных компонентов отобранных представительных проб, характерных для нефтепродуктов,

---

<sup>1</sup> При отсутствии информативных объектов – направление в установленном порядке ходатайства инициатору исследования о предоставлении дополнительных материалов и/или об организации производства повторного осмотра места происшествия.

<sup>2</sup> Любые действия, которые могут привести к необратимому изменению внешнего вида или свойств объекта, обязательно согласовываются с инициатором исследования в установленном порядке.

<sup>3</sup> В зависимости от результатов предварительного исследования объекта при проведении последовательной экстракции возможно использование растворителей, отличающихся от указанных.

с каждой из групп объектов, представленных на исследование; фиксирование характера окраски получаемых растворов и наличия нерастворимых остатков (в зависимости от применяемых методов физико-химического анализа).

3.1. Проведение экстракции при использовании методов тонкослойной хроматографии (ТСХ), рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), газожидкостной хроматографии (ГЖХ), газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГЖХ/МС), капиллярного электрофореза (КЭ), эмиссионно-спектрального анализа (ЭСА) и сканирующей электронной микроскопии микроанализа (СЭМ МА).

Растворение (экстракция) в отдельных емкостях компонентов отобранных представительных проб, характерных для измененных нефтепродуктов, и конденсированных продуктов горения, от каждой из групп объектов, представленных на исследование, пентаном (гексаном) или диэтиловым эфиром (при экстракции – методом смывания либо полного или частичного погружения). Допускается интенсификация процесса экстракции с помощью ультразвуковой бани. По завершении экстракции – фильтрование или декантирование с последующим упариванием до объема 100–200 мкл<sup>1</sup> для получения раствора образца компонентов пробы, растворимых в используемом растворителе (экстрагенте). Перенос полученного раствора (экстракта) в соответствующие емкости для концентратов.

Полученные растворы (экстракты) готовы к исследованию методами ТСХ, ГЖХ, ГЖХ/МС и КЭ.

После проведения исследований методами ТСХ, ГЖХ, ГЖХ/МС и КЭ – упаривание растворов (экстрактов) досуха<sup>2</sup> и получение твердых образцов компонентов проб для исследования методами РФА, ЭСА и СЭМ МА.

При наличии в нативных образцах нерастворимых веществ (осадка) – их фильтрация и подготовка к исследованию методами РФА, ЭСА и СЭМ МА (тщательное высушивание).

3.2. Проведение экстракции при использовании метода ВЭЖХ.

Упаривание в органическом растворителе раствора (экстракта), оставшегося после исследования методами ТСХ, ГЖХ и ГЖХ/МС,

<sup>1</sup> Упаривание производят при комнатной температуре или в токе инертного газа.

<sup>2</sup> Упаривание производят при температуре, не превышающей 40 °С. Допускается использование тока инертного газа или вакуума.

до объема 50–100 мкл. Растворение в 100 мкл ацетонитрила для получения ацетонитрильного раствора, готового к исследованию методом ВЭЖХ.

***Установление качественного химического состава основных компонентов представительных проб, характерных для измененных нефтепродуктов***

1. Установление качественного химического состава основных компонентов представительных проб, характерных для измененных нефтепродуктов и/или конденсированных продуктов горения, с использованием не менее двух методов физико-химического анализа (или различных условий в рамках используемого метода); результаты, полученные методом ТСХ, подтверждаются, например, методом ГЖХ или ВЭЖХ.

Исследование компонентов органической природы должно обязательно дополняться исследованиями компонентов неорганической природы.

1.1. Метод ТСХ [14, 19].

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, с применением элюирующей системы октан–бензол (5:1) на наличие измененных нефтепродуктов и конденсированных продуктов горения.

Сравнение величин относительной хроматографической подвижности ( $R_f$ ) и окраски зон после проявления с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ТСХ.

1.2. Метод ГЖХ [14, 19].

Исследование компонентов представительных проб растворов (экстрактов) на наличие веществ классов, характерных для измененных нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения нефтепродуктов. Сравнение полученных времен хроматографического удерживания (индексов удерживания) компонентов образца с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей; при использовании масс-селективного детектора – сравнение полученных масс-спектров со сведениями, содержащимися в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, базах данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ГЖХ.

### 1.3. Метод ВЭЖХ [14].

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в ацетонитриле, на наличие веществ классов, характерных для измененных нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения нефтепродуктов. Сравнение полученной хроматографической и спектральной информации с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей или со сведениями, содержащимися в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, базах данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ВЭЖХ.

### 1.4. Метод КЭ.

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в буферном растворе, на наличие веществ классов, характерных для измененных нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения нефтепродуктов в режиме мицеллярной электрокинетической хроматографии. Сравнение полученных времен хроматографического удерживания компонентов образца (при использовании масс-селективного детектора или фотодиодной матрицы – масс-спектров или УФ-спектров) с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей (библиотеками спектров).

Формулирование вывода о результатах исследования методом КЭ.

### 1.5. Метод РФА [24].

Исследование проб, полученных в результате растворения (последовательной экстракции), и нерастворимых осадков из объектов на наличие элементов, характерных для компонентов измененных нефтепродуктов и конденсированных продуктов горения.

Получение РФА-спектров исследуемых проб. Определение элементного состава каждой пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом РФА.

### 1.6. Метод ЭСА [24].

Исследование проб, полученных в результате растворения (последовательной экстракции), и нерастворимых осадков из объектов на наличие элементов, характерных для компонентов измененных нефтепродуктов и конденсированных продуктов горения.

Получение ЭСА-спектров исследуемых проб. Определение элементного состава каждой пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ЭСА.

### 1.7. Метод СЭМ МА [24].

Исследование проб, полученных в результате растворения (последовательной экстракции), и нерастворимых осадков из объектов на наличие элементов, характерных для компонентов измененных нефтепродуктов и конденсированных продуктов горения.

Получение изображений частиц исследуемых проб и их РФА-спектров. Определение элементного состава каждой пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом СЭМ МА.

2. Обобщение результатов химического исследования и формулирование вывода о качественном составе основных компонентов представительных проб, характерных для измененных нефтепродуктов.

3. Оценка относительного содержания основных компонентов объекта исследования; сопоставление и анализ этих характеристик с аналогичным комплексом характеристик, информация о которых имеется в справочных материалах.

Формулирование вывода об обнаружении на исследованных объектах следовых количеств измененных нефтепродуктов.

Определение количественного состава компонентов пробы. Оценка степени изменения состава исследованного образца по сравнению со сходным по составу товарным нефтепродуктом<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Товарный нефтепродукт – продукт нефтепереработки, соответствующий определенным техническим и потребительским требованиям (оговоренным ГОСТами, ТУ и т.д.), вовлеченный в оборот на товарно-сырьевом рынке. К товарным нефтепродуктам относятся автомобильные бензины, топливо для реактивных двигателей, осветительный керосин, уайт-спирит, дизельное топливо, масла и смазки бытового и промышленного назначения.

### *Анализ полученных результатов*

Выявление совпадения установленного качественного, относительного количественного, количественного состава основных компонентов представительных проб с индивидуальными товарными нефтепродуктами, а также степень изменения состава исследованного образца по сравнению со сходным по составу товарным нефтепродуктом, информация о котором имеется в справочных материалах.

Формулирование вывода о природе измененного нефтепродукта, о степени его соответствия товарному нефтепродукту, об обнаружении на исследованных объектах следовых количеств измененных нефтепродуктов.

Отсутствие совпадения установленного качественного состава основных компонентов представительных проб с определенными товарными нефтепродуктами, информация о которых имеется в справочных материалах, не является достаточным для формулирования вывода об отсутствии на соответствующих объектах следовых количеств измененных нефтепродуктов и может свидетельствовать лишь о том, что товарных и измененных товарных нефтепродуктов в пределах чувствительности примененных физико-химических методов не обнаружено.

Обнаружение на контрольных объектах компонентов товарных нефтепродуктов и конденсированных продуктов горения, аналогичных обнаруженным при исследовании представленных объектов, является достаточным для формулирования вывода о невозможности однозначного трактования результатов химического исследования.

Обобщение полученных данных о качественном составе основных компонентов исследованного объекта.

Наличие совпадения установленного качественного состава основных компонентов представительных проб с данными о составе конкретного измененного товарного нефтепродукта, имеющимися в справочных материалах, является достаточным для формулирования вывода об обнаружении компонентов, характерных для измененного товарного нефтепродукта, с указанием наименования исходного товарного нефтепродукта или с перечислением типов компаундированных (смесевых) нефтепродуктов, соответствующих или близких по компонентному составу, установленному химическим исследованием.

При установлении двойного назначения компонентов представительных проб при формулировании вывода указываются их бытовое, промышленное или иное назначение и возможность использования в качестве компонентов товарного нефтепродукта.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод об обнаружении следовых количеств измененных нефтепродуктов делается в том случае, когда в результате проведенного исследования установлено наличие веществ, относящихся к классам, характерным для товарных нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения.

#### *Примеры.*

1. На поверхности объектов, представленных на экспертизу, обнаружены следовые количества компонентов, характерных для измененного автомобильного бензина.

2. На поверхности объектов, представленных на экспертизу, обнаружены следовые количества компонентов, характерных для измененного светлого нефтепродукта – дизельного топлива.

3. На поверхности объектов, представленных на экспертизу, обнаружены следовые количества компонентов, характерных для измененного светлого нефтепродукта – уайт-спирита.

4. На поверхности представленных на экспертизу объектов, изъятых с места пожара, обнаружены следовые количества компонентов, характерных для смеси измененного бензина и дизельного топлива.

Категорический отрицательный вывод делается в том случае, когда в результате проведенного исследования веществ, характерных для измененных товарных нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения нефтепродуктов, информация о которых имеется в справочных материалах, в пределах чувствительности примененной методики не обнаружено.

*Примеры.*

1. На поверхности представленных на экспертизу объектов, изъятых с места пожара, компонентов, характерных для нефтепродуктов, в пределах чувствительности используемой методики анализа не обнаружено.

2. На объектах, представленных на экспертизу, обнаружены соединения (...), характерные для смесевых органических растворителей. Компонентов, характерных для нефтепродуктов, в пределах чувствительности используемой методики анализа не обнаружено.

Вывод о невозможности решения вопроса делается при обнаружении на контрольных объектах веществ, относящихся к классам, характерным для измененных товарных нефтепродуктов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений), а также для конденсированных продуктов горения нефтепродуктов, аналогичных обнаруженным при исследовании информативных объектов.

*Пример.* На поверхности обгоревшего мебельного изделия из древесно-стружечной плиты, представленного на экспертизу, обнаружены следы светлого термически измененного среднедистиллятного нефтепродукта – уайт-спирита. На поверхности фрагмента мебельного изделия из древесно-стружечной плиты, представленного на экспертизу в качестве контрольного образца, также обнаружены следы измененного среднедистиллятного нефтепродукта – уайт-спирита. В связи с этим решить вопрос об использовании светлого среднедистиллятного нефтепродукта уайт-спирита только в качестве инициатора горения не представляется возможным.

## Литература

1. ГОСТ Р 51858–2002. Нефть. Общие технические условия.
2. ГОСТ 2177–99 (ИСО 3405–88). Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.
3. ГОСТ 3900–85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
4. ГОСТ Р 51069–97. Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. № 118 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

6. *Богословский Ю.Н., Алымова Т.Е., Леонтьева С.А., Лулова Н.И.* Дифференциация автомобильных бензинов хроматографическим методом // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 5. – М., 1976.

7. *Богословский Ю.Н., Золотаревская И.А., Илькова Э.Л. и др.* Обобщение экспертной практики по криминалистическому исследованию горюче-смазочных материалов и нефтепродуктов // Обзорная информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – М., 1979. – № 1.

8. *Золотаревская И.А., Киселева В.А.* Применение метода ТСХ для обнаружения и идентификации нефтепродуктов // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 11. – М., 1979.

9. Исследование следов ЛВЖ и ГЖ в вещественных доказательствах, изъятых с места пожара, и разработка методики их обнаружения: Отчет по теме П.ЛЗ.Д.001.79. – Л., 1980. – Т. 28.

10. Исследование товарной нефти и изучение возможности создания баз данных о составе и свойствах их образцов. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

11. *Киселева В.А., Золотаревская И.А.* Возможности метода тонкослойной хроматографии в экспертном исследовании нефтепродуктов // Труды ВНИИСЭ Минюста СССР. – Вып. 40. – М., 1979.

12. *Кутросский Н.А.* О возможности дифференциации некоторых нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 2. – М., 1973.

13. *Коняшина Р.А.* Химический состав и методы исследования малосернистых керосино-газойлевых фракций. – М., 1968.

14. Криминалистическое исследование измененных светлых нефтепродуктов методом капиллярной газовой хроматографии / И.П. Карлин и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1985.

15. Криминалистическое исследование светлых нефтепродуктов методом капиллярной газовой хроматографии / И.П. Карлин, Е.П. Сёмкин, П.П. Гарсия и др. / Под ред. С.А. Леонтьевой. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1983.

16. *Кутуев Р.Х., Чешко И.Д., Голяев В.Г., Егоров Б.С.* Изменение компонентного состава светлых нефтепродуктов при выгорании в открытой емкости // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 19. – М., 1981.

17. Нефть и нефтепродукты. Общие правила и нормы. – М., 2003.
18. Применение капиллярной газовой хроматографии в исследовании бензинов / И.П. Карлин, Е.П. Сёмкин, С.А. Леонтьева и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1981.
19. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.
20. *Салимов А.А., Золотаревская И.А.* Судебно-экспертное исследование светлых нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии. – Баку, 1981.
21. СКБ «Хроматэк». Руководство по подготовке и проведению хроматографического анализа нефти с использованием аппаратно-программного комплекса «Хроматэк-Кристалл 2000М». – Йошкар-Ола, 1998.
22. *Собко Г.К., Федянин А.А., Пучков В.А.* Применение метода газожидкостной хроматографии для криминалистического исследования керосина и дизельного топлива в пятнах // Экспертная техника. – № 37. – М., 1971.
23. *Сысоева Р.М., Подлесных Л.А.* Извлечение из объектов-носителей следов горючих нефтепродуктов перегретым водяным паром // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 12. – М., 1978.
24. Товарная нефть как объект криминалистического исследования / О.А. Маруткин, Ю.В. Гудзенко и др. // Экспертная практика. – № 63. – М.: ЭКЦ МВД России, 2007.
25. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости, ассортимент и применение. – М., 1999.
26. Химия нефти и газа / Под ред. В.А. Проскуракова и А.Е. Драбкина. – Л., 1981.
27. *Черножуков Н.И.* Технология переработки нефти и газа. – Ч. 3. – М., 1978.
28. *Чешко И.Д., Галишев М.А., Шаранов С.В., Кривых Н.Н.* Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения. – СПб., 2002.
29. *Чешко И.Д., Кутуев Р.Х., Голяев В.Г.* Обнаружение и исследование остатков светлых нефтепродуктов методом флуориметрии // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 19. – М., 1981.

30. Экспертное исследование нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

31. Юркевич И.А., Разумова Е.Р. Сравнительное изучение высокомолекулярной части нефтей и битумов. – М., 1981.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Ю.В. Гудзенко, Ю.Б. Тузков, Г.В. Любецкий,  
В.В. Гладырев, А.В. Ладонин*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление наличия (отсутствия) смазочных материалов по наличию характерных компонентов.

Определение вида и марки смазочного материала на основании данных о качественном и количественном составе характерных компонентов.

### Объекты исследования

Объекты (как правило, жидкости), подозреваемые на принадлежность к моторным маслам, трансмиссионным маслам, пластичным смазкам<sup>1</sup>.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Является ли жидкость, представленная на исследование, смазочным материалом? Если да, то каким именно?

Является ли жидкость, представленная на исследование, смазочным материалом указанной марки?

---

<sup>1</sup> Моторное масло – масло, применяемое для смазывания поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Трансмиссионное масло – масло, применяемое в узлах трения агрегатов трансмиссий легковых и грузовых автомобилей, автобусов, тракторов, тепловозов, дорожно-строительных и других машин, а также в различных зубчатых редукторах и червячных передачах промышленного оборудования.

Пластичные смазки – смазки, предназначенные для уменьшения силы трения между деталями различных машин и механизмов, для снижения их износа, предотвращения задиrow (заедания) трущихся поверхностей, защиты от коррозии, а также для уплотнения зазоров между деталями во избежание проникновения агрессивных жидкостей, пыли, грязи и др.

Однородны ли между собой образцы смазочных материалов, представленные на исследование?

Каков способ изготовления смазочных материалов (промышленный, самодельный)?

Каково возможное применение представленных смазочных материалов в бытовых целях?

Каков вероятный источник происхождения смазочных материалов?

### **Сущность методики**

Анализ, оценка и установление на основании комплекса признаков природы объекта исследования; оценка его соответствия (несоответствия) одному из видов смазочных материалов (моторным маслам, трансмиссионным маслам, пластичным смазкам и др.).

### **Подзадачи**

Установление природы объекта (жидкости в нативном виде), поступившего на исследование (диагностика): соответствие (несоответствие) смазочным материалам; установление марки смазочного материала; определение вида, наименования, назначения, происхождения; выявление причин изменения свойств объекта и степени этих изменений.

Установление тождества конкретных объектов или общей принадлежности сравниваемых объектов (идентификация)<sup>1</sup>.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

1. Признаки объекта, подозреваемого на принадлежность к смазочным материалам:

- консистенция (жидкость, вязкость);
- плотность;
- цвет;
- характерный запах;
- показатель преломления;

---

<sup>1</sup> Необходимость идентификации может возникнуть, например, при сравнительном исследовании смазочных материалов в таре, найденной при осмотре места происшествия, и обнаруженных на объекте-носителе.

Задача не всегда разрешима, особенно если один или оба сравниваемых объекта подверглись существенному изменению (находились в эксплуатации).

результаты установления качественного химического состава основных компонентов объекта (не менее чем двумя способами исследования);

результаты установления относительного содержания основных компонентов при выполнении анализа качественного химического состава объекта исследования.

2. Признаки отнесения объекта к смазочным материалам:

наличие характерного запаха, цвета, консистенции;

наличие визуально обнаруживаемой люминесценции при использовании УФ-излучения.

3. Результаты установления качественного химического состава проб, характерные для смазочных материалов.

### **Оборудование, материалы и реактивы<sup>1</sup>**

Криминалистический атлас цветов.

Справочные материалы (справочные пособия, справочно-информационные фонды, натурные коллекции, базы данных и др.).

Денситометры, фотоаппаратура и фотоматериалы, устройства цифровой записи, компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Емкости для экстракции.

Растворители различной полярности.

Емкости для упаривания.

Вытяжной шкаф.

Емкости для концентратов.

Ультразвуковая ванна.

Хроматографические пластины («Сорбфил» УФ-254, Россия; «Silufol» UV-254, Чехия; «Merck» Alufolien Kieselgel 60 F 254, Германия, и др.).

Кюветы для элюирования хроматографических пластин.

УФ-лампа с излучением в областях 254 и 366 нм.

Камера для проявления хроматографических пластин.

Набор лабораторной посуды.

Приспособления для нанесения проб на хроматографические пластины (микродозаторы; микрошприцы; стеклянные, полиэтиленовые, фторопластовые и иные капилляры и др.).

---

<sup>1</sup> Квалификационные требования к растворителям и реактивам определяются типом и методическими особенностями используемого оборудования.

Растворы образцов-свидетелей.

Растворители для создания элюирующих систем [20, 22].

Устройство для сушки пластин.

Пинцет.

Перчатки (латексные, полиэтиленовые и т.п.).

Пульверизатор.

Проявляющие агенты [20, 22].

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии типа «Кристалл», «Agilent», «Hewlett Packard» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (масс-селективный детектор, детектор электронного захвата (ДЭЗ), пламенно-ионизационный детектор (ПИД) и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая капиллярная колонка типа «TRSDist», «SolGel-1ms», «HT-5» длиной 10–30 м.

Газ-носитель.

Микрошприц для хроматографии объемом до 10 мкл.

Набор растворителей для пробоподготовки.

Образцы сравнения для калибровки приборов.

Виалы для хроматографии с крышками.

Хроматографическая станция для жидкостной хроматографии типа «Waters», «Agilent», «Hewlett Packard», «Миличром» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (спектрофотометрический детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая колонка типа «C18», «RP18», «C8», «PGC».

Набор растворителей для создания подвижных фаз.

ИК-Фурье-спектрометр типа «Nexus», «Avatar», «Paragon», «Spectrum One», «Инфралюм ФТ-801» с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Приставка нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) для работы с нативными образцами.

ИК-микроскоп.

Препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли, микротомы и др.).

Агатовая ступка и пестик; пресс-форма и пресс для изготовления таблеток; держатели (при работе с таблетками).

Материал для прессования таблеток, оптически прозрачный в ИК-области спектра (KBr, ZnSe и др.).

Станция для капиллярного электрофореза (КЭ) типа «Hewlett Packard», «Agilent», «Waters», «Beckman» различных моделей в сочетании с детектирующими системами (УФ-детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Кварцевый капилляр для систем КЭ.

Набор реактивов, растворителей и буферных систем для КЭ.

Виалы с крышками.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр типа «ED2000», «Реном ФВ» и др. с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Пластиковые кюветы и держатели для микрообъектов.

Пленка майларовая различной толщины.

Этиловый спирт для промывки кювет.

Комплекс для эмиссионного спектрального анализа типа «PGS-2», «ИСП-30», «ИСП-28», «ДФС» и др. с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Графитовые электроды марки ЕС-12 (или аналогичные).

Графитовый порошок категории «осч».

Муфельная печь с термостатом.

Электронный микроскоп типа «VEGA II XMU» (TESCAN, Чехия), оснащенный системой рентгеновского микроанализа типа «INCA Energy 450» (Oxford, Великобритания), с детектором отраженных электронов и детектором вторичных электронов и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Двухсторонняя углеродная токопроводящая клейкая лента.

Предметные столики.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы и с дополнительными материалами, предоставленными инициатором производства экспертизы (протокол осмотра места про-

исшествия, протокол изъятия, заключение специалиста, акт досмотра и др.). Установление необходимости запроса дополнительных материалов и сведений.

2. Осмотр упаковки объектов; фиксация ее состояния и целостности, наличия на ней оттисков печатей, штампов, а также соответствующих надписей.

3. Вскрытие упаковки<sup>1</sup> и установление соответствия (несоответствия) представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>.

Исходя из предполагаемых свойств объекта и с учетом всей полученной информации – предварительная оценка возможности дальнейших действий и их допустимых пределов; определение условий промежуточного хранения объекта в ходе исследований<sup>3</sup>.

### *Предварительное исследование*

Осмотр и детальное визуальное исследование представленных объектов с использованием средств фиксации, измерения и индивидуальной защиты<sup>1</sup>. Выявление наличия комплекса характерных признаков для каждого объекта.

При наличии большого количества упаковок с жидкостями, имеющими внешний вид и/или запах, характерные для смазочных материалов, – их отбор и формирование групп объектов с учетом общегрупповых признаков (например, по виду материала, вязкости, цвету, наличию (отсутствию) посторонних включений и т.д.)<sup>4</sup>.

Выявление наличия (отсутствия) контрольных образцов.

---

<sup>1</sup> С соблюдением необходимых мер безопасности [20, 22].

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>3</sup> Подозрение на содержание в представленном объекте патогенных биологических агентов, а также особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения исследования, информирования инициатора исследования и ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке.

<sup>4</sup> При необходимости – направление инициатору исследования ходатайства о предоставлении образцов сравнения или справочных материалов.

### *Подготовка проб для химического исследования*

1. Приготовление контрольных проб образцов сравнения (в зависимости от применяемых методов физико-химического анализа).

2. Проведение предварительных операций подготовки к последовательной экстракции с применением методов общей химии (при необходимости и с учетом характера представленных объектов)<sup>1</sup>.

3. Последовательная экстракция<sup>2</sup> основных компонентов отобранных представительных проб, характерных для смазочных материалов, с каждой из групп объектов, представленных на исследование; фиксирование характера окраски получаемых растворов и наличия нерастворимых остатков (в зависимости от применяемого метода физико-химического анализа).

3.1. Проведение экстракции при использовании методов тонкослойной хроматографии (ТСХ), рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), газожидкостной хроматографии (ГЖХ), газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГЖХ/МС), капиллярного электрофореза (КЭ), эмиссионно-спектрального анализа (ЭСА) и сканирующей электронной микроскопии микроанализа (СЭМ МА).

Растворение (экстракция) в отдельных емкостях отобранных представительных проб, характерных для смазочных материалов, диэтиловым эфиром, пентаном (гексаном), метанолом (допускается интенсификация процесса экстракции с помощью ультразвуковой ванны). По завершении экстракции – фильтрование или декантирование для получения раствора образца компонентов пробы, растворимых в используемом растворителе (экстрагенте).

Полученные растворы (экстракты) готовы к исследованию методами ТСХ, ГЖХ, ГЖХ/МС и КЭ.

После проведения исследований методами ТСХ, ГЖХ, ГЖХ/МС и КЭ – упаривание растворов (экстрактов) досуха<sup>3</sup> и получение твердых образцов компонентов проб для исследования методами РФА, ЭСА и СЭМ МА.

---

<sup>1</sup> Любые действия, которые могут привести к необратимому изменению внешнего вида или свойств объекта, обязательно согласовываются с инициатором исследования в установленном порядке.

<sup>2</sup> В зависимости от результатов предварительного исследования объекта при проведении последовательной экстракции возможно использование растворителей, отличающихся от указанных.

<sup>3</sup> Упаривание производят при температуре, не превышающей 40 °С. Допускается использование тока инертного газа или вакуума.

При наличии в нативных образцах нерастворимых веществ (осадка) – их фильтрация и подготовка к исследованию методами РФА, ЭСА и СЭМ МА (тщательное высушивание).

### 3.2. Проведение экстракции при использовании метода ВЭЖХ.

Упаривание в органическом растворителе раствора (экстракта), оставшегося после исследования методами ТСХ, ГЖХ и ГЖХ/МС, до объема 50–100 мкл<sup>3</sup>. Растворение образца в 100 мкл ацетонитрила для получения ацетонитрильного раствора, готового к исследованию методом ВЭЖХ.

### ***Установление качественного химического состава основных компонентов представительных проб, характерных для смазочных материалов***

1. Установление качественного химического состава основных компонентов представительных проб, характерных для смазочных материалов, с использованием не менее двух методов физико-химического анализа (или различных условий в рамках используемого метода)<sup>1</sup>; результаты, полученные методом ТСХ, подтверждаются, например, методом ГЖХ или ВЭЖХ.

#### 1.1. Метод ТСХ [20, 22].

Исследование проб, полученных в результате последовательной экстракции, с применением элюирующей системы октан–бензол (5:1) на наличие компонентов, характерных для смазочных материалов.

Сравнение величин относительной хроматографической подвижности ( $R_f$ ) и окраски зон после проявления с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Анализ смазочных материалов на наличие характерных присадок<sup>2</sup>.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ТСХ.

#### 1.2. Метод ГЖХ [20, 22].

Исследование компонентов представительных проб растворов (экстрактов) на наличие веществ классов, характерных для смазочных материалов (алифатических углеводородов нормального и разветвленно-го строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений).

<sup>1</sup> Исследование компонентов органической природы должно обязательно дополняться исследованиями компонентов неорганической природы.

<sup>2</sup> Присадки – вещества, обеспечивающие комплекс эксплуатационных свойств, необходимых для смазочных материалов различного назначения, и способствующие предотвращению интенсивного окисления масел и образованию отложений и осадков, а также снижению износа и коррозии.

Сравнение полученных времен хроматографического удерживания (индексов удерживания) компонентов образца с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ГЖХ.

### 1.3. Метод ВЭЖХ [35].

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в ацетонитриле, на наличие веществ классов, характерных для смазочных материалов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементо-органических соединений).

Сравнение полученной хроматографической и спектральной информации с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей или со сведениями, имеющимися в справочных материалах (справочных пособиях, справочно-информационных фондах, базах данных и др.).

Формулирование вывода о результатах исследования методом ВЭЖХ.

### 1.4. Метод КЭ.

Исследование компонентов представительных проб, растворимых в буферном растворе, на наличие веществ классов, характерных для смазочных материалов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементо-органических соединений) в режиме мицеллярной электрокинетической хроматографии.

Сравнение полученных времен хроматографического удерживания компонентов образца и (при использовании фотодиодной матрицы) УФ-спектров с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей (библиотеками спектров).

Формулирование вывода о результатах исследования методом КЭ.

### 1.5. Метод РФА [10, 20].

Исследование проб, полученных в результате растворения (последовательной экстракции), и нерастворимых осадков из объектов на наличие элементов, характерных для компонентов смазочных материалов и присадок, входящих в их состав.

Получение РФА-спектров исследуемых проб.

Определение элементного состава каждой пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом РФА.  
1.6. Метод ЭСА [10, 20].

Исследование проб, полученных в результате растворения (последовательной экстракции), и нерастворимых осадков из объектов на наличие элементов, характерных для компонентов смазочных материалов и присадок, входящих в их состав.

Получение ЭСА-спектров исследуемых проб.

Определение элементного состава каждой пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом ЭСА.

1.7. Метод СЭМ МА.

Исследование проб, полученных в результате растворения (последовательной экстракции), и нерастворимых осадков из объектов на наличие элементов, характерных для компонентов смазочных материалов и присадок, входящих в их состав.

Получение изображений частиц исследуемых проб и их РФА-спектров.

Определение элементного состава каждой пробы.

Формулирование вывода о результатах исследования методом СЭМ МА.

2. Обобщение результатов химического исследования и формулирование вывода о качественном составе основных компонентов представленных проб, характерных для смазочных материалов.

3. Оценка относительного содержания основных компонентов объекта исследования; сопоставление и анализ этих характеристик с аналогичным комплексом характеристик, информация о которых имеется в справочных материалах.

Формулирование вывода об обнаружении на исследованных объектах компонентов, характерных для смазочных материалов.

Определение количественного состава компонентов пробы. Оценка возможности определения марки представленного смазочного материала.

### *Анализ полученных результатов<sup>1</sup>*

Выявление совпадения установленного качественного, относительного количественного, количественного состава основных компонентов, а также наличия и качественного состава присадок пред-

---

<sup>1</sup> При анализе полученных результатов следует учитывать рекомендации, изложенные в методике «Исследование товарной нефти и некоторых нефтепродуктов» (см. с. 561–569).

ставительных проб с индивидуальными смазочными материалами, информация о которых имеется в справочных материалах.

Формулирование вывода о природе смазочного материала и степени соответствия товарному смазочному материалу (отсутствие совпадения может свидетельствовать о том, что представленные смазочные материалы не соответствуют заявленной товарной марке).

При невозможности проведения микроэлементного анализа образцов смазочных материалов, представленных на исследование, и проведении только качественного анализа углеводородной части и качественного состава присадок формулируется вывод об однородности представленных образцов по качественному структурному углеводородному составу и качественному составу присадок.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод делается в том случае, когда в результате проведенного исследования установлено наличие веществ, относящихся к классам, характерным для смазочных материалов (алифатических углеводородов нормального и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементоорганических соединений).

#### *Примеры.*

1. Представленная на исследование жидкость коричневого цвета является автомобильным моторным маслом, приготовленным на нефтяной основе.

2. Представленная на исследование жидкость коричневого цвета является синтетическим моторным маслом.

3. Представленные на исследование жидкости являются автомобильными моторными маслами, приготовленными на нефтяной основе; жидкости содержат в своем составе присадки на основе кремния, фосфора и бария. Исследованные образцы масла по качественному структурному углеводородному составу, качественному и количественному составу элементной части совпадают с образцом масла М-8В1, представленного в качестве образца сравнения, и следовательно, являются моторными автомобильными маслами марки М-8В1.

Категорический отрицательный вывод делается в том случае, когда в результате проведенного исследования веществ, характерных для смазочных материалов (алифатических углеводородов нормального

и разветвленного строения, алкенов, циклоалканов, ароматических и полиароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих элементо-органических соединений) в пределах чувствительности примененной методики не обнаружено.

*Пример.* В составе представленных на исследование объектов обнаружены соединения (...), характерные для смесевых органических растворителей. Компонентов, характерных для смазочных материалов, в пределах чувствительности используемой методики анализа не обнаружено.

Вывод о невозможности решения вопроса делается в следующих случаях.

Невозможность проведения комплексного анализа на соответствие представленного образца указанной торговой марке.

*Примеры.*

1. Смазочные материалы, обнаруженные на поверхности магазина от пи-столета «ПМ» и на поверхности перчаток, однородны между собой по структурно-групповому составу их углеводородной части. Провести полное сравнительное исследование выявленных образцов смазочных материалов в целях решения вопроса об их идентичности не представляется возможным в связи с сильным загрязнением смазочного материала, обнаруженного на поверхности хлопчатобумажных перчаток.

2. Решить вопрос о соответствии представленного образца смазочного материала торговой марке М-8ВА не представляется возможным в связи с отсутствием у экспертов необходимого оборудования для проведения полного комплексного исследования.

## Литература

1. ГОСТ Р 51858–2002. Нефть. Общие технические условия.
2. ГОСТ 2177–99 (ИСО 3405–88). Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.
3. ГОСТ 3900–85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
4. ГОСТ Р 51069–97. Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. № 118 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

6. *Богословский Ю.Н., Алымова Т.Е., Леонтьева С.А., Лулова Н.И.* Дифференциация автомобильных бензинов хроматографическим методом // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 5. – М., 1976.

7. *Богословский Ю.Н., Золотаревская И.А., Илькова Э.Л. и др.* Обобщение экспертной практики по криминалистическому исследованию горюче-смазочных материалов и нефтепродуктов // Обзорная информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – М., 1979. – № 1.

8. *Золотаревская И.А., Киселева В.А.* Применение метода ТСХ для обнаружения и идентификации нефтепродуктов // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 11. – М., 1979.

9. Исследование следов ЛВЖ и ГЖ в вещественных доказательствах, изъятых с места пожара, и разработка методики их обнаружения: Отчет по теме П.ЛЗ.Д.001.79. – Л., 1980.

10. Исследование товарной нефти и изучение возможности создания баз данных о составе и свойствах их образцов. – М.: ЭКЦ МВД России, 2008.

11. *Киселева В.А., Золотаревская И.А.* Возможности метода тонкослойной хроматографии в экспертном исследовании нефтепродуктов // Труды ВНИИСЭ Минюста СССР. – Вып. 40. – М., 1979.

12. *Китросский Н.А.* О возможности дифференциации некоторых нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 2. – М., 1973.

13. *Коняшина Р.А.* Химический состав и методы исследования малосернистых керосино-газойлевых фракций. – М., 1968.

14. Комплексное криминалистическое исследование моторных масел для автотранспортных средств / Г.Г. Бутрименко, В.Н. Галяшин и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.

15. Комплексное криминалистическое исследование пластичных смазок для автотранспортных средств / А.В. Камаев, И.П. Карлин и др. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1989.

16. Комплексное криминалистическое исследование трансмиссионных масел для автотранспортных средств / А.В. Камаев, В.А. Киселева и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.

17. Криминалистическое исследование измененных светлых нефтепродуктов методом капиллярной газовой хроматографии / И.П. Карлин и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1985.

18. Криминалистическое исследование светлых нефтепродуктов методом капиллярной газовой хроматографии / И.П. Карлин, Е.П. Сёмкин, П.П. Гарсия и др. / Под ред. С.А. Леонтьевой. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1983.

19. *Кутуев Р.Х., Чешико И.Д., Голяев В.Г., Егоров Б.С.* Изменение компонентного состава светлых нефтепродуктов при выгорании в открытой емкости // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 19. – М., 1981.

20. Методические подходы к экспертному исследованию современных моторных автомобильных масел. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010.

21. Нефть и нефтепродукты. Общие правила и нормы. – М., 2003.

22. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

23. Применение капиллярной газовой хроматографии в исследовании бензинов / И.П. Карлин, Е.П. Сёмкин, С.А. Леонтьева и др. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1981.

24. *Салимов А.А., Золотаревская И.А.* Судебно-экспертное исследование светлых нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии. – Баку, 1981.

25. СКБ «Хроматэк». Руководство по подготовке и проведению хроматографического анализа нефти с использованием аппаратно-программного комплекса «Хроматэк-Кристалл 2000М». – Йошкар-Ола, 1998.

26. *Собко Г.К., Федянин А.А., Пучков В.А.* Применение метода газожидкостной хроматографии для криминалистического исследования керосина и дизельного топлива в пятнах // Экспертная техника. – № 37. – М., 1971.

27. *Сысоева Р.М., Подлесных Л.А.* Извлечение из объектов-носителей следов горючих нефтепродуктов перегретым водяным паром // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 12. – М., 1978.

28. Товарная нефть как объект криминалистического исследования / О.А. Маруткин, Ю.В. Гудзенко и др. // Экспертная практика. – № 63. – М.: ЭКЦ МВД России, 2007.

29. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости, ассортимент и применение. – М., 1999.

30. Химия нефти и газа / Под ред. В.А. Проскурякова и А.Е. Драбкина. – Л., 1981.

31. *Черножуков Н.И.* Технология переработки нефти и газа. – Ч. 3. – М., 1978.

32. *Чешко И.Д., Галишев М.А., Шаранов С.В., Кривых Н.Н.* Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения. – СПб., 2002.

33. *Чешко И.Д., Кутуев Р.Х., Голяев В.Г.* Обнаружение и исследование остатков светлых нефтепродуктов методом флуориметрии // Экспертная практика и новые методы исследования. Экспресс-информация ВНИИСЭ Минюста СССР. – № 19. – М., 1981.

34. Экспертное исследование нефтепродуктов методом газожидкостной хроматографии. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

35. Экспертное исследование смазочных материалов / И.П. Карлин, А.В. Камаев. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

36. *Юркевич И.А., Разумова Е.Р.* Сравнительное изучение высокомолекулярной части нефтей и битумов. – М., 1981.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

*О.С. Орлова, С.Н. Лапина*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Исследование лакокрасочных материалов<sup>1</sup> и лакокрасочных покрытий<sup>2</sup> для установления лакокрасочной природы объекта, его классификации (цвет, состав, целевое назначение, вид, марка и т.д.); сравнения объектов (выявление общеродовой, общегрупповой или индивидуальной принадлежности); выявления факта контактного взаимодействия; обнаружения факта перекраски.

### Объекты исследования

Фрагменты ЛКП окрашенных предметов; частицы ЛКП, обнаруженные и изъятые на месте происшествия; наслоения ЛКМ или ЛКП на объекте-носителе (пятна, мазки, притертости); жидкий или высохший ЛКМ в таре.

---

<sup>1</sup> Далее – ЛКМ.

<sup>2</sup> Далее – ЛКП.

## Совокупность признаков, характеризующих объект

Лакокрасочный материал – многокомпонентные смеси, в состав которых входят пигменты, придающие ЛКМ цвет; наполнители, позволяющие экономить пигменты и улучшающие механические свойства и долговечность ЛКП; связующие (пленкообразователи), соединяющие частицы пигмента и наполнителя между собой и с окрашиваемой поверхностью; растворители и разбавители, придающие ЛКМ необходимую консистенцию и испаряющиеся при высыхании краски; пластификаторы (нелетучие органические растворители), образующие с пластифицируемым материалом желеобразную массу; сиккативы, ускоряющие высыхание масляных ЛКМ; эмульгаторы – стабилизаторы, загустители, консерванты.

ЛКМ подразделяются на 4 вида:

лак – раствор пленкообразующих веществ (смола, масел, эфиров целлюлозы, битумов) в органических растворителях или воде, образующий после высыхания твердую однородную и прозрачную (кроме битумного лака) пленку;

грунтовка – суспензия пигментов и наполнителей в пленкообразователе, образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку с прочными адгезионными свойствами к подложке и покровному слою;

шпатлевка – вязкая пастообразная масса, состоящая из пигментов, наполнителей и пленкообразователя, наносимая для сглаживания окрашиваемой поверхности (заполнения неровностей и углублений);

эмаль – суспензия пигментов или их смеси с наполнителями в лаке, которая после высыхания образует на поверхности непрозрачную твердую окрашенную пленку с различным блеском и фактурой.

ЛКМ характеризуют следующие признаки: цвет; зернистая структура (дисперсность пигментов); пластичность; набухание в органических растворителях (иногда – растворение или частичное растворение). Для решения идентификационных задач важны также данные о химическом (в том числе элементном) составе.

Лакокрасочное покрытие – отвержденный лакокрасочный материал, нанесенный тонким слоем на специально подготовленную поверхность в целях придания ей заданных свойств.

ЛКП характеризуют следующие признаки: плоская пластинчатая структура (наличие одного или нескольких слоев); разница между нижней и верхней поверхностями; цвет; строение системы (количество,

чередование и толщины слоев, адгезия и т.п.); зернистая структура; пластичность и набухание материалов слоев в органических растворителях (иногда – растворение или частичное растворение). Для решения идентификационных задач важны также данные о химическом (в том числе элементном) составе.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли объект (жидкость в банке, пятно на стене, наслоение на одежде и т.д.) краской? Если да, то каковы ее цвет, состав, назначение, области применения и т.д.?

Однородна ли данная краска с образцом сравнения по цвету и по составу?

Может ли объект исследования иметь один и тот же источник происхождения с образцом сравнения?

### **Сущность методики**

Выявление комплекса признаков, необходимых и достаточных для решения вопроса о лакокрасочной природе объекта; в случае положительного ответа – проведение классификации (определение цвета, состава, целевого назначения; отнесение к определенному классу, виду, марке; установление области применения и других характеристик).

Выявление комплекса признаков, необходимых и достаточных для решения вопроса об однородности изучаемого объекта с образцом сравнения; в случае положительного ответа – установление его общеродовой, общегрупповой или индивидуальной принадлежности.

### **Подзадачи**

#### *Диагностическое исследование*

1. Исследование жидкого или отвержденного объекта на предмет отнесения к ЛКМ.

*Объекты исследования:* жидкий или высохший лакокрасочный материал в таре; жидкий или высохший лакокрасочный материал в виде пятен, мазков, брызг на объектах-носителях (одежде или предметах вещной обстановки).

2. Исследование ЛКМ в целях анализа его свойств (цвета, физико-механических свойств, морфологии, состава) и определения целевого назначения, марки и др.

*Объекты исследования:* жидкий и высохший ЛКМ (пятна, мазки, набрызги). Данная подзадача решается после решения подзадачи 1.

3. Изучение носителя в целях обнаружения на нем частиц лакокрасочной природы (наслоений в виде пятен, следов притертостей, осыпей и др.).

*Объекты исследования:* любые носители (одежда, автомобили, монтировки, предметы вещной обстановки). При обнаружении объектов лакокрасочной природы данная подзадача приводит к подзадачам 4 и 5.

4. Исследование частиц в целях отнесения к ЛКП.

*Объекты исследования:* частицы с места происшествия; соскобы с окрашенных предметов (автомобилей, дверных косяков, оконных рам и др.); осыпи с одежды; наслоения на носителях (одежде, автомобилях, монтировках, предметах вещной обстановки).

5. Исследование частиц ЛКП в целях анализа свойств (цвета, строения системы ЛКП, физико-механических свойств, морфологии, состава слоев и т.п.), определения целевого назначения слоев (лак, эмаль, грунт, шпатлевка) и ЛКП в целом (строительно-бытовое, стандартное заводское автомобильное, стандартное ремонтное автомобильное, кустарное ремонтное и др.), а также решения других диагностических задач (например, установление марки и года выпуска автомобиля, выявление признаков перекраски и т.д.). Данная подзадача в большинстве случаев (если природа исследуемого объекта не известна априори) решается после решения подзадачи 3.

*Объекты исследования:* любые носители (одежда, автомобили, монтировки, предметы вещной обстановки).

6. Исследование ЛКП или фрагментов ЛКП автомобиля в целях выявления факта перекраски:

наличие или отсутствие в системе ЛКП слоев стандартного заводского покрытия;

количество слоев перекраски;

первоначальный цвет автомобиля (если сохранилась часть заводского ЛКП с декоративным слоем).

*Объекты исследования:* стандартное заводское автомобильное ЛКП; стандартное ремонтное автомобильное ЛКП; кустарное ремонтное автомобильное ЛКП.

### *Идентификационное исследование*

1. Сравнительное исследование высохших лакокрасочных материалов между собой (например, объекта в виде пятна краски на одежде с образцом сравнения, например, краской из банки) для решения вопроса об их однородности по цвету, физико-механическим свойствам, морфологии, составу. В случае положительного решения устанавливается общая родовая принадлежность сравниваемых объектов.

2. Сравнительное исследование жидких лакокрасочных материалов между собой (или жидкого ЛКМ с высохшим) проводится сначала для нативных, а потом для высушенных проб для решения вопроса об однородности по цвету, физико-механическим свойствам, морфологии, составу. После сушки пробы данная подзадача сводится к решению подзадачи 1.

3. Сравнительное исследование частиц ЛКП строительно-бытового назначения для решения вопроса об их однородности по строению и морфологии системы ЛКП (количеству, цвету, чередованию, физико-механическим свойствам, толщине и другим особенностям слоев), а также по составу соответствующих слоев. В случае положительного решения обычно устанавливается общеродовая принадлежность сравниваемых объектов.

4. Сравнительное исследование частиц стандартных заводских автомобильных ЛКП для решения вопроса об их однородности по строению системы ЛКП, а также по цвету, толщине, чередованию, морфологии и составу соответствующих слоев. В случае положительного решения устанавливается общеродовая принадлежность сравниваемых объектов.

5. Сравнительное исследование частиц ремонтных автомобильных ЛКП для решения вопроса об их однородности по строению системы ЛКП, а также по цвету, толщине, чередованию, морфологии и составу соответствующих слоев. В случае положительного решения устанавливается следующее:

общеродовая принадлежность сравниваемых объектов (для 1–3 слоев);

общегрупповая принадлежность сравниваемых объектов – при наличии 1–2 слоев перекраски поверх стандартного заводского трех- или четырехслойного ЛКП (суммарно – от четырех до шести слоев);

индивидуальная принадлежность сравниваемых объектов (тождество, идентичность) – при наличии трех и более слоев перекраски

поверх стандартного заводского ЛКП (суммарно – не менее шести слоев).

6. Сравнительное исследование наслоений с образцом сравнения (например, с фрагментами ЛКП подозреваемого автомобиля или скобами ЛКП с косяка взломанной двери) для решения вопроса о происхождении следа от конкретного окрашенного предмета. Поскольку в наслоениях обычно отображается не более трех слоев окрашенного предмета, при определении однородности, как правило, устанавливается общеродовая принадлежность сравниваемых объектов. При этом родовая принадлежность может быть установлена как в широком, так и в более узком смысле: по материалу (например, если в наслоении отобразился лишь материал одного слоя без сохранения морфологии) и по системе покрытия (например, если отобразились все слои с сохранением морфологии).

Объекты лакокрасочной природы исследуются с использованием следующих методов:

оптической микроскопии (всегда);

аналитической химии (часто);

инфракрасной спектроскопии в среднем диапазоне (почти всегда, за исключением случаев установления факта перекраски, определения цвета и сравнительного анализа частиц с большим количеством слоев);

элементного анализа (при необходимости; например, при сравнительном анализе ЛКП автомобилей).

Кроме того, при визуальном исследовании часто используются микрофотосъемка (для фиксации и исследования внешнего вида и морфологии ЛКП), а также дополнительные методы (эмиссионный спектральный анализ, растровая электронная микроскопия и рентгенофазовый анализ).

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Лупа криминалистическая (увеличение  $4\times$ ;  $10\times$ ).

Оптический микроскоп (отраженный косопadaющий свет, искусственное освещение; увеличение – до  $56\times$ ; для микрообъектов –  $100\times$  и выше).

Органические растворители (этанол, хлороформ, четыреххлористый углерод, ацетон, толуол и др.).

Препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли и др.).

Предметные стекла; чашки Петри.

Инфракрасный спектрометр с преобразованием Фурье (ИК-Фурье-спектрометр), работающий в среднем диапазоне, с набором для пробоподготовки ЛКМ и ЛКП (агатовая ступка и пестик; бромид калия; пресс-форма и пресс для изготовления таблеток; держатели для таблеток).

Приставка НПВО для работы с нативными образцами.

ИК-микроскоп с набором для пробоподготовки (шпатели, роликовые ножи, полированные металлические пластины, держатели и др.).

Эмиссионно-спектральный анализатор с регистрацией на фотопластины и использующий систему МАЭС.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Криминалистический атлас цветов.

Коллекции цветов автоэмалей.

Коллекция отечественных автомобильных ЛКП.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы.

2. Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность, наличие оттисков печатей, штампов, пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях).

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

4. Визуальный осмотр объекта исследования, а также объекта-носителя в целях обнаружения наслоений. Установление мест их локализации и механизма образования наслоений на объекте-носителе. Определение типа контактного взаимодействия наслоений и объекта-носителя (динамический, статический) путем визуальной оценки степени внедренности наслоений в структуру объекта-носителя, четкости очертания границ наслоений, а также наличия (отсутствия) линий трасса, изменения интенсивности наслоений в ту или иную сторону

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

(от периферии к центру), чередования загрязненных и незагрязненных участков<sup>1</sup>.

5. Фотосъемка общего вида упаковки, объектов и отдельных участков объекта-носителя с наслоениями.

6. Изъятие наслоений с объекта-носителя (осмотр невооруженным глазом и с помощью лупы; изъятие с помощью шпателей, скальпелей, препарировальных игл)<sup>2</sup>.

7. Осмотр сравнительных и контрольных образцов<sup>3</sup>.

8. Определение природы объекта исследования и/или наслоений. Установление природы вещества невооруженным глазом и микроскопическим исследованием.

9. Определение схемы экспертного исследования, а также последовательности действий.

### *Проведение исследования*

1. Внешний осмотр невооруженным глазом и с применением криминалистической лупы (описание частиц, похожих на краску, и их внешних признаков: цвет, форма, геометрия и др.); получение осыпей.

2. Визуальное исследование частиц и наслоений методом оптической микроскопии (углубленное исследование цвета, морфологии, расположения на поверхности объекта-носителя; изучение отношения к растворителям; выявление зернистости и пластичности, внутреннего строения частиц, а также особенностей, наличия оптических эффектов типа «металлик» или «перламутр» и т.д.).

3. Формулирование промежуточного вывода о природе объекта и его основных свойствах, а также о его целевом назначении.

4. Капельный химический анализ для уточнения некоторых свойств (состава пигментной части и др.)<sup>4</sup>.

5. Молекулярный спектральный анализ для определения молекулярного состава ЛКМ или слоев ЛКП (после их предварительного разде-

---

<sup>1</sup> При необходимости проводится комплексное исследование с привлечением эксперта-трасолога.

<sup>2</sup> Если на объекте-носителе присутствуют наслоения нескольких типов, отличных друг от друга по цвету и механическому составу, их следует изымать в разные чашки Петри и впоследствии исследовать как самостоятельные объекты.

<sup>3</sup> Если в пределах одного образца обнаружены различные по цвету и механическому составу агрегаты, их следует механически разделить и исследовать как самостоятельные объекты.

<sup>4</sup> При необходимости и наличии достаточного количества материала.

ления), т.е. для установления типа связующего, а при возможности – пигментов и наполнителей.

6. Элементный анализ для определения элементного состава слоя<sup>1</sup>.

7. Работа с СИФ для установления обстоятельств диагностического характера в отношении объекта (наименование и координаты цвета, целевое назначение, области применения, марки и т.д.).

8. Оценка полученных результатов; формулирование выводов.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический вывод формулируется при установлении систематической группы, если экспертом был выявлен весь комплекс значимых признаков, необходимых и достаточных для решения вопроса о лакокрасочной природе объекта исследования, а также при наличии (отсутствии) родовых, групповых или индивидуализирующих признаков, указывающих на общую родовую, общую групповую или индивидуальную принадлежность объектов при сравнительном исследовании.

#### *Примеры.*

1. Поступивший на исследование образец представляет собой жидкий лакокрасочный материал – эмаль красного цвета на основе алкидного связующего.

2. Частица с места происшествия представляет собой фрагмент стандартного автомобильного ЛКП (указывается количество слоев, при необходимости – другие признаки, цвет декоративного слоя, в случае перекраски – цвет до перекраски и т.п., а также возможные сведения о марке, модели, периоде выпуска).

3. Частицы, изъятые с автомобиля ... и с дорожного полотна, являются трехслойными фрагментами лакокрасочных покрытий транспортных средств. Частицы ЛКП, изъятые с дорожного полотна, образованы слоями, однородными по цвету, чередованию, морфологическим признакам и молекулярному составу основных компонентов ЛКМ с частицами, изъатыми с поверхности автомобиля ..., и могут являться как фрагментами ЛКП автомобиля ..., так и любого другого автомобиля, окрашенного по аналогичной технологии.

Формулирование вероятного вывода возможно при обнаружении недостаточной совокупности признаков для формулирования категорического вывода.

---

<sup>1</sup> При необходимости.

*Пример.* Наслоение на одежде представляет собой след в виде притертости, возникший в результате направленного по касательной контактного динамического взаимодействия с окрашенным предметом, вероятно, автомобилем, обладающим признаками ремонтной окраски, имеющим внешний слой синего цвета без оптических эффектов.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

отсутствие в распоряжении эксперта необходимых материалов и оборудования;

отсутствие индивидуализирующих признаков у объекта исследования;

поступление на экспертизу вещественных доказательств, изъятых и упакованных с нарушениями, вызвавшими необратимое изменение их свойств (например, при помещении частиц ЛКП в иммерсионные жидкости или на адгезивы может происходить взаимный перенос компонентов между фазами, влияющий на химический состав пробы).

*Пример.* Решить вопрос о молекулярном составе представленного однослойного ЛКП не представляется возможным ввиду неправильного пробоотбора (частица помещена на липкий слой дактопленки).

## Литература

1. Атлас к коллекции лакокрасочных покрытий отечественных автомобилей 1986–1993 гг. – М., 1995.

2. Атлас спектров для криминалистических подразделений МВД СССР. – Вып. 6. Инфракрасные спектры лакокрасочных покрытий автотранспортных средств (эмали, грунтовки, шпатлевки, мастики и пластизоли) / Под ред. акад. В.А. Коптюга. – Новосибирск, 1987.

3. *Беляев А.В., Кимстач Т.Б., Орлова О.С.* Криминалистическая экспертиза современных автомобильных лакокрасочных покрытий. – М.: ЭКЦ МВД России, 1998.

4. Использование коллекции цветов автоэмалей для криминалистического исследования лакокрасочных покрытий автомобилей. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

5. Криминалистическое исследование лакокрасочных материалов и покрытий. – Вып. I. Научные основы и общие положения криминалистического исследования лакокрасочных материалов и покрытий. – М., 1988.

6. Криминалистическое исследование лакокрасочных материалов и покрытий. – Вып. II. Применение микроскопических и химических

методов в исследовании лакокрасочных материалов и покрытий, информационное обеспечение экспертных исследований. – М., 1989.

7. Криминалистическое исследование лакокрасочных материалов и покрытий. – Вып. III. Использование инструментальных методов в исследовании лакокрасочных материалов и покрытий. – М., 1988.

8. Общие сведения о лакокрасочных материалах и покрытиях, технологии окраски автомобилей. – М., 1978.

9. Орлова О.В., Фомичева Т.Н. Технология лаков и красок. – М., 1990.

10. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

11. Петрунин И.А. и др. Криминалистическое исследование ремонтных лакокрасочных покрытий современных автомобилей. – М., 1999.

12. Способы подготовки проб для исследования методом ИК-Фурье-спектроскопии. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, КЛЕЕВ И РЕЗИН**

*С.Н. Лапина, О.С. Орлова*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Исследование полимерных материалов, клеев и резин<sup>1</sup> в целях установления природы объектов; их классификации (тип полимера<sup>2</sup>, целевое назначение, вид, марка и др.); сравнение объектов (выявление общеродовой и/или общегрупповой принадлежности).

### **Объекты исследования**

ПКиР наиболее часто встречаются в виде следующих объектов: резины<sup>3</sup> (следы торможения автомобильных шин, фрагменты бытовой резины (самостоятельно и в виде прокладок к различным изде-

---

<sup>1</sup> Далее – ПКиР.

<sup>2</sup> Полимеры – высокомолекулярные природные и синтетические соединения с молекулярной массой от нескольких тысяч до миллионов, молекулы которых (макромолекулы) состоят из большого числа одинаковых мономерных звеньев, соединенных химическими связями.

<sup>3</sup> Резины – сложные смеси различных химических веществ, основой которых являются каучуки.

лиям, например, к самодельным глушителям пистолетов); велосипедные шины; резиновые сапоги и др.);

липкие ленты и электроизоляционные материалы (детали самодельных взрывных устройств; изоленга и др.);

клеи<sup>1</sup> (наслоения; жидкость и др.);

полимерные пленки (упаковочные материалы);

полимерные материалы в гранулах (полуфабрикат для производства полимерных изделий);

пластмассовые изделия (упаковочные средства, рассеиватели и др.).

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли представленный образец полимерным материалом (клеем, резиной)?

Из какого материала изготовлен представленный объект?

Однороден ли представленный объект с образцом сравнения?

Может ли он происходить от образца сравнения?

### **Сущность методики**

Выявление комплекса признаков, необходимых и достаточных для решения вопроса о природе представленного объекта.

Классификация представленного объекта (определение состава; отнесение к определенному классу, виду; установление области применения и др.).

Выявление комплекса признаков, необходимых и достаточных для решения вопроса об однородности представленного объекта с образцом сравнения.

Установление общеродовой и/или общегрупповой принадлежности представленного объекта и образца сравнения.

### **Подзадачи**

#### *Диагностическое исследование*

1. Исследование объекта на предмет отнесения к ПКиР.

*Объекты исследования:* полимеры и изделия из них, а также фрагменты и следы, образованные их материалами.

---

<sup>1</sup> Клеи – вещества, способные прочно скреплять между собой различные материалы.

2. Исследование ПКИР в целях анализа их свойств (физико-механических свойств, морфологии, типа полимера) и (в отдельных случаях) определения целевого назначения.

*Объекты исследования:* полимеры и изделия из них, а также фрагменты и следы, образованные их материалами.

3. Анализ результатов исследования и данных справочно-информационного фонда для установления обстоятельств, существенных для дела.

*Объекты исследования:* данные об объекте (физико-механические свойства, морфология, тип ПКИР и др.), полученные в ходе проведенных исследований.

### ***Идентификационное исследование***

Сравнительное исследование представленных объектов (ПКИР) между собой в целях решения вопроса об их однородности по физико-механическим свойствам, морфологии и составу.

Сравнительное исследование представленных объектов с образцом сравнения для решения вопроса о едином источнике происхождения.

*Принципы решения задач.* Использование методов оптической микроскопии, инфракрасной спектроскопии в среднем волновом диапазоне, аналитической химии и при необходимости – методов элементного анализа, а также литературных данных и справочно-информационного фонда.

Применение дополнительных методов – растровой электронной микроскопии, РФА и АЭС. При визуальном исследовании использование микрофотосъемки – метода фиксации и исследования внешнего вида и морфологии объектов.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

*Полимерные материалы:* количество и толщина слоев, степень глянца, наличие кромки ленты, цвет, прозрачность, фактура поверхности (ячеистость, наслоения, включения, надписи, трассы, наличие защитного покрытия), данные о химическом составе (в том числе элементном).

*Клеи:* взаиморасположение склеенных частей, характер распределения и локализация клея, цвет, структура, цвет люминесценции в УФ-лучах (при длине волны 366 нм), растворимость в горячей (70 °С) воде, бензине, ацетоне, этаноле, четыреххлористом углероде, данные о химическом составе (в том числе элементном).

*Резины*: цвет, эластичность, мелкозернистость, набухание в органических растворителях, данные о химическом составе (в том числе элементном).

Совокупность признаков, получаемая при проведении всех исследований, приводит обычно лишь к установлению общеродовой принадлежности. Идентификация возможна, как правило, лишь по трасологическим признакам, поэтому перед исследованием разрушающими методами эксперт должен оценить представленные объекты и при необходимости привлечь эксперта-трасолога. Групповая принадлежность устанавливается крайне редко. Для этого в составе или во внешних признаках объекта должны быть выявлены специфические особенности, свидетельствующие о некотором отклонении от заводской технологии и отличающие объект исследования от серийного.

### **Оборудование, инструменты и материалы<sup>1</sup>**

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Цифровой фотоаппарат.

Лупа криминалистическая (увеличение – 4<sup>×</sup>, 10<sup>×</sup>).

Биноклярный микроскоп для исследований в отраженном свете (в комплекте с видеокамерой, кольцевым осветителем, ПК, программным обеспечением, цветным принтером, ИБП).

Весы лабораторные электронные технические (точность – 0,01 г).

Весы аналитические (точность – 0,0001 г).

Оптический микроскоп (отраженный косопадающий свет, искусственное освещение; увеличение – не менее 56<sup>×</sup>).

Инфракрасный спектрометр с преобразованием Фурье (ИК-Фурье-спектрометр), работающий в среднем диапазоне (держатели для таблеток, приставка НПВО для работы с нативными образцами, ИК-микроскоп (для работы с микрочастицами).

Электронный сканирующий микроскоп с приставкой для микроспектрального анализа (в комплекте с расходными материалами, ПК, программным обеспечением).

УФ-осветитель.

Сушильный шкаф.

Муфельная печь.

---

<sup>1</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь действующее свидетельство о поверке.

Микроволновая печь для растворения объектов.

Дистиллятор.

Электрическая плитка.

Холодильник бытовой.

Пресс для изготовления таблеток.

Ультразвуковая ванна.

Бромид калия.

Керамические, агатовые ступки с пестиками.

Штангенциркуль, линейка.

Гидравлический ручной пресс с регулируемым нагревом пресс-форм.

Твердомер.

Аналитические весы с приспособлением для гидростатического взвешивания.

Набор скальпелей, пинцетов, препарировальных игл, шпателей.

Лабораторная посуда (чашки Петри различных диаметров, колбы, стаканы, цилиндры, бюксы, пипетки, бюретки, фарфоровые тигли, специализированные приспособления и др.), препаративные инструменты для микроскопии (иглы, скальпели, цикли и др.).

Марлевый респиратор; резиновые и термостойкие перчатки; моющие средства; бумага «ватман».

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

Коллекция паспортизированных образцов ПКиР.

Химические реактивы и расходные материалы (кислоты, щелочи, органические растворители (этанол, хлороформ, четыреххлористый углерод, ацетон, толуол и др.); одноразовая химическая посуда и др.).

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы, дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы.

2. Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность; наличие оттисков печатей, штампов, пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях).

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

4. Визуальный осмотр объекта исследования, а также объекта-носителя в целях обнаружения наслоений. Установление мест локализации наслоений.

Установление механизма образования наслоений на объекте-носителе<sup>2</sup> и определение типа контактного взаимодействия (динамический, статический) путем визуальной оценки степени внедренности наслоений в структуру объекта-носителя, четкости очертания границ наслоений, наличия (отсутствия) линий трасс, изменения интенсивности наслоений в ту или иную сторону (от периферии к центру), чередования загрязненных и незагрязненных участков<sup>3</sup>.

5. Фотосъемка общего вида упаковки; объектов; отдельных участков объекта-носителя с наслоениями.

6. Изъятие наслоений с объекта-носителя: осмотр невооруженным глазом и с помощью лупы; изъятие с помощью шпателей, скальпелей, препарировальных игл (если на объекте-носителе присутствуют наслоения нескольких типов, отличающиеся друг от друга по цвету и механическому составу, то они изымаются в разные чашки Петри и впоследствии исследуются как самостоятельные объекты).

7. Осмотр сравнительных и контрольных образцов (если в одном образце обнаружены различные по цвету и механическому составу агрегаты, то они механически разделяются и исследуются как самостоятельные объекты).

8. Определение природы объекта исследования и/или наслоений. Установление природы вещества невооруженным глазом и микроскопическим исследованием.

9. Определение схемы экспертного исследования и последовательности действий.

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>2</sup> Решается в отдельных случаях.

<sup>3</sup> При необходимости проводится комплексное исследование с привлечением эксперта-трасолога.

## Проведение исследования

### *Исследование полимерных пленок и липких лент*

1. Внешний осмотр и микроскопическое исследование объекта в целях изучения морфологии. Для пленок – определение количества и толщины слоев<sup>1</sup>, степени глянца, наличия кромки ленты, а также фактуры поверхности (ячеистость, наслоения, включения, надписи, трассы, наличие защитного покрытия). Определение простых физико-механических свойств (тянется пленка или нет; жесткая ли она (реологические свойства); каковы цвет и прозрачность)<sup>2</sup>.

2. Физико-химические испытания однослойных пленок.

2.1. Проба на растяжение:

легко растягиваются полиэтилен, полипропилен, ненаполненный ПВХ, поливиниловый спирт (ПВС);

плохо растягиваются целлофан, полиэтилентерефталат, поликарбонат, наполненный ПВХ, нейлон (полиамид).

2.2. Проба с водой:

ПВС – водорастворимая пленка (растворяется также в спирте и в смеси воды и спирта); остальные пленки в воде не растворимы;

целлофановая пленка в воде легко вытягивается, поверхность становится липкой.

2.3. Проба на горение (исследование проводится на чистой медной сетке, прокаленной до бесцветного пламени):

полиэтилен плавится, сгорает с образованием черного дыма без остатка;

полипропилен плавится, сгорает с образованием черного дыма без остатка; продукты горения имеют специфический запах;

ПВХ образует сине-зеленое светящееся пламя; обугливается, оставляет черный крошащийся остаток (в виде шарика или бесформенный); продукты горения имеют резкий запах;

полиимид термостоек, горит плохо (при выносе из пламени гаснет); в ряде случаев не горит, а лишь обугливается по краям, сгорая не до конца (образует черный остаток в виде пленки исходной формы);

---

<sup>1</sup> При определении количества слоев можно использовать УФ-свет. Если имеются два слоя, то это обычно липкая лента.

<sup>2</sup> Необходимо обратить внимание на комплементарность краевых поверхностей и на следы воздействия режущих инструментов.

целлофан (на основе гидрат-целлюлозы) горит без образования дыма; горение устойчивое; конденсированные продукты сгорания черного цвета в виде пленки деформированной исходной формы;

полиэтилентерефталат горит с дымом, оставляя очень мало остатка (в виде точки); сгорает быстро;

фторопласт при горении меняет исходный белый цвет на прозрачный; при выносе из зоны пламени белый цвет возвращается, пленка сохраняет исходную форму; при полном сгорании образует белый крошащийся остаток; индикаторная бумага «Конго» над только что сгоревшим веществом синее; универсальная индикаторная бумага краснеет (вследствие выделения фтористоводородной кислоты).

#### 2.4. Качественные химические реакции:

1) капля раствора (0,1 г дифениламина в 100 мл концентрированной серной кислоты и 30 мл воды), помещенная на целлофановую пленку, дает красивую голубую окраску (качественная реакция на целлофан);

2) 2–3 капли уксусной безводной кислоты и 1 каплю концентрированной серной кислоты прикапывают на неокрашенную пленку; появление окрашивания характеризует пленку: ПВХ медленно синее, сополимер винилхлорида и винилацетата меняет окраску от зеленой к коричневой, поливинилиденхлорид желтеет, ПВХ дает красно-коричневое окрашивание, ацетат-целлюлоза дает светло-коричневое окрашивание, нитроцеллюлоза выделяет окислы азота (желто-бурое окрашивание)<sup>1</sup>;

3) готовят индикаторный раствор для определения типа полимера пленок и каучуков после пиролиза: 1 г п-(диметиламино) бензальдегида добавляют к раствору 0,01 г гидрохинона в 100 мл этанола, затем добавляют 5 мл концентрированной соляной кислоты и 10 мл этиленгликоля (плотность раствора должна быть 0,851 г/см<sup>3</sup>; при необходимости концентрацию корректируют: для снижения плотности добавляют этанол; для увеличения плотности – этиленгликоль); раствор хранят в темной посуде; в кварцевую трубку с отводом помещают пленку (резину), накрывают крышкой; отвод помещают в индикаторный раствор и нагревают трубку для пиролиза образца; образуется пиролизат, характеризующий тип полимера:

полиэтилен и полипропилен не окрашивают раствор; наверху плавают мутная капля;

---

<sup>1</sup> Для двухслойных пленок эту реакцию можно делать на обеих сторонах.

ПВХ дает зеленую окраску; внизу – темно-зеленая капля;  
ПЭТФ дает желтовато-зеленую окраску; капли нет;  
целлофан дает ярко-розовую окраску; капли нет;  
полиимид дает оранжевую окраску; капли нет;  
ПВС дает сиреневую окраску; капли нет;  
совилен (сополимер полиэтилена и винилацетата) дает изумрудно-зеленую окраску; наверху плавают желтая капля;

4) экстрагируют пленку органическими растворителями в термостате при температуре 50–60 °С (хлороформ; ацетон; смесь спирт–хлороформ 1:1); проверку отмытки от пластификатора проводят по последней капле: ее помещают на предметное стекло и смотрят, не остается ли жирного пятна после улетучивания растворителя (экстракция для сильно пластифицированных пленок; так же поступают при исследовании резин); экстракт и остаток исследуют методом ИК-спектроскопии отдельно; минеральная часть при этом остается в полимерной основе, пленка, как правило, сохраняет свой цвет; минеральную часть исследуют методом ИК-спектроскопии, РФА и АЭС.

### 3. Исследование липких лент (2 слоя)<sup>1</sup>.

Клей с пленки снимают (механически или растворителем), наносят на кристалл и записывают ИК-спектр.

Исследование пленок методом ИК-спектроскопии:

прессование при нагревании (для пластичных пленок – ПЭ, ПВС, совилен, ПВХ непластифицированный): в подогретую пресс-форму помещают кусочек пленки размером 1 × 1 мм;

перетирание с бромидом калия (для непластичных пленок – полиимид, целлофан, ПЭТФ, фторопласты, наполненный ПВХ): под микроскопом снимают скальпелем тонкую стружку и перетирают ее, контролируя (под микроскопом) степень измельчения;

растворение пленки (полиэтилен, совилен, ПВХ непластифицированный – в четыреххлористом углероде при нагревании; поливиниловый спирт – в смеси воды и спирта 1:1 при нагревании); снятие спектра с капли подсушенного раствора;

гидролиз: проведение в 4 н. или 6 н. растворе КОН (для пленок, являющихся сложными эфирами); нагревание в 4 н. или 6 н. растворе КОН при температуре 80–100 °С (для полиимида или для ПЭТФ<sup>2</sup>).

---

<sup>1</sup> Эти способы можно применять и для многослойных объектов (например, полиимидный слой + фторопласт: гидролизом растворяют полиимид; фторопласт остается).

<sup>2</sup> ПЭТФ гидролизует медленнее.

### *Исследование клеев*

1. Внешний осмотр. При наличии микроколичеств объект извлекают с носителя целиком с помощью препарировальной иглы; при наличии макроколичеств изымают представительную пробу: жидкие образцы перемешивают; частицы твердых образцов изымают из различных мест объекта.

Определение взаимного расположения склеенных частей, характера распределения и локализации клея, его цвета, структуры, а также цвета люминесценции в УФ-лучах (при длине волны 366 нм), растворимости в горячей воде (70 °С), бензине, ацетоне, этаноле, четыреххлористом углероде<sup>1</sup>.

Предварительный вывод о том, на основе какого типа связующего изготовлен клей.

2. Изучение характера горения (при наличии достаточного количества клея):

животный клей издает запах жженой кости;

растительный клей – запах жженой бумаги;

клей типа «БФ» – запах фенола;

клей на основе каучуков – запах горелой резины;

ПВА – запах уксусной кислоты;

силикатный клей окрашивает пламя в желтый цвет и образует «стеклянные шарики».

3. Капельный химический анализ:

клеи на основе крахмала и декстрина – цветная реакция с раствором йода (окрашивание в синий цвет); наличие неорганических добавок (бура, соли минеральных кислот) обнаруживают капельным анализом и инструментальными методами;

белковые клеи – реакция на белок:

биуретовая реакция – нагревают клей в растворе едкого натра, после охлаждения добавляют раствор сульфата меди (фиолетово-синее окрашивание);

реакция с нингидрином – клей обрабатывают ацетоновым раствором нингидрина с подогревом (синее или сине-фиолетовое окрашивание); наличие добавок обнаруживают капельным анализом: полисахариды – по реакции с раствором йода; канифоль, жидкое стекло – инструментальными методами;

---

<sup>1</sup> Таблицы свойств основных видов клеев см. [12, ч. 2].

силикатные клеи – капельный анализ [12]; инструментальные методы;

клеи на основе ПВС и ПВА – капельный анализ [12];

клеи на основе нитроцеллюлозы – «эффект синих струй» при добавлении раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте;

клеи типа «БФ» – обработка раствором дифениламина в концентрированной серной кислоте (красно-фиолетовое окрашивание).

4. Пиролиз (используется для определения типа каучука; например, в резиновых клеях).

При наличии макроколичеств клея пиролиз проводят в кварцевой пробирке с отводом, опуская отвод в индикаторный раствор (1 г пара-диметиламинобензальдегида и 0,01 г гидрохинона растворяют в 100 мл этанола, добавляют 5 мл соляной кислоты и 10 мл этиленгликоля; плотность раствора должна быть 0,85 г/мл (при необходимости уменьшения плотности добавляют этанол; для увеличения плотности – этиленгликоль; раствор хранят в темноте). О типе полимера судят по поведению капли пиролизата в растворе (капля наверху или внизу отсутствует) и окраске, руководствуясь таблицами [12].

Качественная реакция особенно важна при необходимости дифференциации изопренового каучука (натуральный и синтетический каучуки различаются лишь по качественной реакции).

5. Исследование клеев методом ИК-спектроскопии<sup>1</sup>.

5.1. При поступлении на исследование клеев в нативном виде (например, в тубике) получают свободную пленку, размазывая каплю клея по подложке из тефлона или полиэтилена; пленку подсушивают на воздухе, затем – в сушильном шкафу при температуре 50–60 °С в течение 15–20 мин, аккуратно снимают скальпелем, помещают между двумя матрицами (для таблеток) и снимают спектр (если клей каучуковый, то, подцепив скальпелем часть пленки, сразу подкладывают под нее матрицу, чтобы пленка приклеилась, не сжимаясь).

5.2. Если на исследование поступил засохший клей, то его извлекают с подложки, затем растворяют и готовят пленку из раствора; если раствора мало, то его наносят на таблетку из бромида калия и подсушивают. Клеи можно исследовать на кристалле KRS-5 после нанесения и подсушивания капли образца, растворенного в органическом раство-

---

<sup>1</sup> По ИК-спектру можно определить лишь тип полимера и добавки, присутствующие в концентрации не менее 10 %.

рителе (например, в четыреххлористом углероде или (для каучуков) в смесях гексан–этилацетат 1:1, четыреххлористый углерод–этилацетат 1:1, в толуоле). Эпоксидные и фенолоформальдегидные клеи не растворяются, поэтому их прессуют в таблетки с бромидом калия).

### *Исследование резин*

Для полного анализа резин требуется не менее 5–10 г образца для испытаний на горение, пиролиз, качественные реакции, ИК-анализ, элементный состав.

Каучуки растворимы в органических растворителях (бензин, четыреххлористый углерод).

Резины в органических растворителях не растворяются, так как являются пространственно сшитыми структурами.

Спектры каучуков малоинформативны, так как схожи между собой (например, хлор- и фторкаучуки, а также натуральный и синтетический изопреновый каучуки по спектрам неотличимы; отличия обнаруживаются только по качественным реакциям и пробе Бельштейна).

Резина может иметь различный состав в разных местах объекта, что объясняется следующим:

различие свойств разных слоев образца (глубинных и наружных) вследствие разного воздействия эксплуатационных, атмосферных и других факторов (например, набухание резины, изъятая с разных сторон шины – внешней и внутренней);

различие свойств различных мест образца из-за изначально разного состава частей изделия (например, протектор шины может иметь изначально неодинаковый состав в разных частях, так как представляет собой комбинацию деталей из разных резин [9]);

отличие свойств поверхности образца в результате особых процессов фторирования (бромирования) поверхности, делающих поверхность более гладкой и снижающих коэффициент трения;

наличие на поверхности специального слоя фторсодержащей смолы (или полифторуглеродной пленки).

Пробы для исследования отбирают с разных мест объекта (в том числе из внутренних слоев); образец предварительно тщательно очищают ватным тампоном, смоченным этанолом.

1. Исследование морфологических признаков:
  - эластичных свойств (препарировальной иглой);
  - мелкозернистости;
  - характера набухания в органических растворителях.

На этом этапе возможно определение групповых признаков (трещины, белесоватый цвет из-за старения каучука, ячеистость и др.). Делается вывод о том, что объект исследования представляет собой резину.

2. Экстракция органическими растворителями: этанолом, ацетоном, хлороформом, смесью спирт–хлороформ.

Экстракцию проводят на водной или песчаной бане. В бюкс помещают навеску резины (необходимо проведение 2–3 параллельных опытов), заливают органическим растворителем, закрывают крышкой и помещают в термостат при температуре 50–60 °С. Экстракт окрашивается в желтый или коричневый цвет; его сливают, снова заливают образец растворителем. Путем последовательных экстракций извлекают все пластификаторы, в том числе масла (полноту извлечения проверяют по капле, нанесенной на предметное стекло). Объединив экстракты, можно рассчитать количество пластификаторов в образце и их процентное содержание в резине.

Экстракт исследуют методом ИК-спектроскопии, нанося его на окошко или кристалл из оптически прозрачных материалов.

При необходимости проводят ступенчатую экстракцию разными системами, исследуя методом ИК-спектроскопии разные экстракты:

этанольные – для обнаружения антиоксидантов, ускорителей вулканизации, органических кислот (в том числе стеариновой кислоты, канифоли), сложных эфиров (дибутилфталата, дибутилсебагината), некоторых масел и спирторастворимых смол;

ацетоновые – для обнаружения ацетонорастворимых смол и некоторых мягчителей;

хлороформные – для обнаружения смолы ПВХ, ПС, недовулканизированных каучуков (если после предыдущих стадий остается масляное пятно).

3. Исследование резины, отмытой от пластификаторов:

1) проба на горение (на медной сетке): зеленое окрашивание пламени – наличие хлора (хлоропреновый или хлорбутиловый каучук);

белый налет рядом с горящим образцом – наличие оксида кремния в силоксановых резинах;

наличие фтора определяют по индикаторной бумажке «Конго»;

удушливый запах – нитрильные резины;

стирольный запах – стирольные резины;

2) деструктивное растворение образца в смеси ацетон–четырёххлористый углерод (1:1) или в о-дихлорбензоле в автоклаве, в сосуде с тефлоновой пробкой в течение 10 ч при температуре 105–110 °С; полученный раствор исследуют методом ИК-спектроскопии, пиролитической газовой хроматографии;

3) пиролиз в кварцевой пробирке с отводом или в капилляре (для микроколичеств): пиролизат (жидкий продукт) исследуют с помощью качественной реакции с раствором пара-диметиламинобензальдегида и методом ИК-спектроскопии; после улетучивания пиролизата в пробирке остаются сажа и минеральная часть резины.

### ***Количественное исследование***

Количественное исследование каучука, сажи и минеральной части резины проводят в трубчатой печи: в токе инертного газа сжигают образец в кварцевой лодочке, помещенной в кварцевую трубку; полимер выгорает; по разнице масс образца и остатка после сгорания органической части определяют количественное содержание общей минеральной части. Повышая температуру до 500–800 °С, добиваются выгорания сажи в токе кислорода; по разнице масс остатка после сгорания органической части и остатка после сгорания сажи определяют содержание сажи.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при установлении совокупности родовых (групповых) признаков, однозначно указывающих на родовую (групповую) принадлежность исследованных объектов<sup>1</sup>.

#### *Примеры.*

1. Представленные на исследование материалы, которыми были заделаны повреждения в металлических переборках судна, однородны по внешним признакам, морфологии, цвету и молекулярному составу основных компонентов с материалами в баллонах, изъятых в ходе следственных действий на борту судна. Данная совокупность признаков расценивается экспертами как общеродовая принадлежность.

---

<sup>1</sup> Категорический положительный вывод об общем источнике происхождения двух и более объектов делается только при условии проведения трасологического исследования и наличия общих линий (поверхностей) разделения.

2. Клеевые слои четырехугольного фрагмента листа белой бумаги, наклеенного на центральную часть клапана, и пятиугольного фрагмента листа белой бумаги, наклеенного с перегибом на лицевую и оборотную стороны на левом краю конверта сверху, однородны между собой по цвету, морфологии; они представляют собой синтетические клеящие материалы на основе полиамидов и имеют общую родовую принадлежность.

3. Цилиндрическая прокладка, находящаяся в канале ствола глушителя, изготовлена из резино-технического изделия, которое выполнено из сажено-полненной резины на основе синтетического изопренового каучука, пластифицированного минеральными маслами.

Категорический отрицательный вывод формулируется при отсутствии общих родовых признаков, обусловленном различием исследованных объектов.

*Пример.* Сравнимые клеи неоднородны по химическому составу основных компонентов: клей, изъятый у гр-на. Н., представляет собой синтетический клеящий материал на основе поливинилацетата; клей, изъятый у гр-на. К., представляет собой синтетический клеящий материал на основе поливинилпирролидона.

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных родовых и групповых признаков.

*Пример.* Представленный на исследование полимерный материал может происходить как от образца сравнения, так и от другого материала с подобным молекулярным составом основных компонентов.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

объект имеет иную природу происхождения;

масса объекта меньше минимальной, необходимой для исследования конкретным методом либо для решения конкретной задачи;

отсутствует разрешение на уничтожение или нарушение целостности объекта.

## Литература

1. Атлас спектров химических продуктов. – Вып. 1. Инфракрасные спектры каучуков, пиролизатов каучуков и резин / Под ред. чл.-корр. АН СССР В.А. Коптюга. – Новосибирск, 1977.

2. Атлас спектров химических продуктов. – Вып. 3. Инфракрасные спектры ингредиентов резин / Под ред. акад. В.А. Коптюга. – Новосибирск, 1985.

3. Атлас спектров для криминалистических подразделений МВД СССР. – Вып. 6. Инфракрасные спектры лакокрасочных покрытий автотранспортных средств (эмали, грунтовки, шпатлевки, мастики и пластизоли) / Под ред. акад. В.А. Коптюга. – Новосибирск, 1987.

4. Инфракрасная спектроскопия полимеров / И. Дехант и др. – М., 1976.

5. *Кросс А.* Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. – М., 1961.

6. *Мальшиев А.И., Помогайбо А.С.* Анализ резин. – М., 1977.

7. *Рубцов М.В., Бибииков В.В.* Исследование малых количеств резины. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1975.

8. *Сорокин М.Ф., Кочнова З.А., Шодэ Л.Г.* Химия и технология пленкообразующих веществ. – М., 1989.

9. Химики автолюбителям / Под ред. проф. А.Я. Малкина. – Л., 1991.

10. *Худяков В.З., Беляев А.В.* Экспертное исследование полимерных пленок и липких лент на полимерной основе методом ИК-спектроскопии. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

11. *Худяков В.З., Галяшин В.Н., Горшенин Ю.А., Савлучинская Т.Р.* Экспертное исследование синтетических клеящих материалов. В 2 ч. – М.: ЭКЦ МВД СССР, 1991.

12. *Худяков В.З., Кимстач Т.Б., Щерба О.С.* Экспертное исследование электроизоляционных материалов на полимерной основе. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

## ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ И СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОКОН

*М.Н. Стецюк, Ю.Л. Иванов*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление родовой (групповой) принадлежности волокон.  
Установление общей родовой (групповой) принадлежности волокон.

### Объекты исследования

Натуральные и химические текстильные волокна<sup>1</sup>.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Имеются ли на представленном объекте текстильные волокна?  
Если да, то какова их природа и локализация?

Пригодны ли представленные волокна для проведения сравнительного исследования?

Являются ли частицы, изъятые при осмотре места происшествия, текстильными волокнами?

Имеются ли на представленных объектах волокна-наслоения общей родовой (групповой) принадлежности с волокнами, входящими в состав представленного текстильного изделия?

Имеются ли в массе вещества, изъятые при осмотре места происшествия, волокна, однородные с волокнами, входящими в состав представленного текстильного изделия?

Имеются ли на поверхности представленных объектов волокна-наслоения от одежды подозреваемого/потерпевшего?

Могли ли волокна, обнаруженные на поверхности предмета, произойти от одежды подозреваемого/потерпевшего?

Имеются ли на представленных объектах волокна-наслоения?  
Если да, то имеют ли они общий источник происхождения?

---

<sup>1</sup> Текстильное волокно – тонкая, гибкая, прочная непряденая нить растительного, минерального, животного или искусственного происхождения, не делящаяся вдоль продольной оси; используется при изготовлении текстильных изделий и материалов.

## Сущность методики

Выявление, анализ и оценка признаков, характеризующих исследуемые волокна, в целях определения природы волокон, класса волокнообразующего полимера (для химических волокон) и других родовых (групповых) признаков<sup>1</sup>.

Выявление, анализ, сравнение и оценка признаков волокон-наслоений и волокон, входящих в состав исследуемых материалов, в целях установления общей родовой (групповой) принадлежности волокон.

### Подзадачи

#### **1. Обнаружение и выявление на объектах исследования следов в виде наложения текстильных волокон.**

*Объекты исследования.* Предметы-носители волокон (одежда, обувь, обивка мебели, чехлы сиденья автотранспортных средств, осколки стекол, решетки, кора деревьев, ветки кустов, орудия травм, липкие пленки и ленты с волокнами и др.), представленные на исследование.

*Принцип решения подзадачи.* Визуальное исследование представленных объектов с помощью лупы, бинокулярного микроскопа и различных источников освещения для обнаружения волокон-наслоений.

#### **2. Изъятие микрообъектов волокнистой природы с предметов-носителей.**

*Объекты исследования.* Микрообъекты волокнистой природы, обнаруженные на предмете-носителе.

*Принципы решения подзадачи.* Изъятие микрообъектов волокнистой природы и перенесение их в среду, защищающую от повреждений.

#### **3. Определение волокнистого состава объектов, представленных на исследование.**

*Объекты исследования.* Волокнистый материал, на котором были локализованы волокна-наслоения, и/или возможный источник волокон.

---

<sup>1</sup> Родовые признаки волокон – это признаки, обусловленные технологией производства, не указывающие на конкретное текстильное изделие: морфологические особенности, природа волокна (для химических волокон – класс волокнообразующего полимера), цвет, толщина, способ крашения (для окрашенных волокон).

Групповые признаки волокон – это признаки специфики процесса производства, а также особенности, указывающие на общность пространственно-временного существования объектов (марка красителя, особенности волокон, приобретенные во время эксплуатации или хранения текстильного изделия и др.).

*Принципы решения подзадачи.* Выявление и анализ цветовых оттенков, морфологических и физических признаков волокон, особенностей, приобретенных во время производства, эксплуатации или хранения; установление природы волокон, класса волокнообразующего полимера.

**4. Установление родовой (групповой) принадлежности<sup>1</sup> микрообъектов волокнистой природы, изъятых с представленных объектов.**

*Объекты исследования.* Микрообъекты волокнистой природы, изъятые с представленных объектов.

*Принципы решения подзадачи.* Выявление и анализ цветовых оттенков, морфологических и физических признаков волокон, особенностей, приобретенных во время производства, эксплуатации или хранения; установление природы волокон, класса волокнообразующего полимера. Классификация волокон по выявленным признакам.

**5. Выявление из общей совокупности изъятых волокон тех, которые имеют общую родовую (групповую) принадлежность<sup>2</sup> с волокнами, входящими в состав исследуемых предметов-носителей.**

*Объекты исследования.* Волокна, входящие в состав текстильных предметов-носителей, и изъятые волокна.

*Принципы решения подзадачи.* Сравнительный анализ и систематизация волокон, имеющих общую родовую (групповую) принадлежность.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Решение вопроса об установлении родовой (групповой) принадлежности волокон основывается на выявлении родовых (групповых) признаков (цветовой оттенок; морфологические признаки<sup>3</sup>; физичес-

---

<sup>1</sup> Родовая принадлежность волокон – относимость волокна к совокупности волокон, обладающих определенным набором родовых признаков.

Групповая принадлежность волокон – относимость волокна к совокупности волокон, обладающих определенным набором родовых и групповых признаков.

<sup>2</sup> Общая родовая принадлежность волокон – общность сравниваемых волокон на уровне родовых признаков.

Общая групповая принадлежность волокон – общность сравниваемых волокон на уровне групповых признаков.

<sup>3</sup> К морфологическим признакам относятся продольное строение, форма поперечного сечения, наличие/отсутствие точечных включений и характер их распределения, а также толщина волокон.

кие показатели<sup>1</sup>; природа волокна; класс волокнообразующего полимера; свойства, обусловленные технологией производства<sup>2</sup>, а также особенности, полученные вследствие отклонений от технологии производства или во время эксплуатации и хранения текстильных изделий).

Решение вопроса об установлении общей родовой (групповой) принадлежности волокон основывается на выявлении индивидуальной совокупности родовых (групповых) признаков сравниваемых объектов.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Осветительные приборы, дающие яркое фронтальное и косопадающее освещение.

Лупы с подсветкой; лупы на штативе и др. (увеличение – до 16<sup>×</sup>).

УФ-лампа (254 и 366 нм).

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Измерительный инструмент: рулетка; сантиметр; линейка; штангенциркуль (точность – 0,1 мм).

Бинокулярный микроскоп (свет – отраженный).

Окуляр-микрометр (точность – 0,01 мм).

Поляризационный микроскоп (свет – проходящий поляризованный; увеличение от 40 до 400<sup>×</sup>).

Комплект компенсаторов.

Средства изъятия волокон (адгезионные пленочные материалы, одноразовые мелкопористые поролоновые губки белого (светло-желтого) цвета, пинцет глазной, пинцет хирургический, скальпели, шпатели, игольчатые щупы и др.).

---

<sup>1</sup> К физическим показателям волокон относятся признаки, обусловленные физико-химическими свойствами: интерференционная окраска; знак величины двойного лучепреломления; компенсация (порядок поглощения).

<sup>2</sup> Свойства, обусловленные технологией производства, – способ крашения для окрашенных волокон (поверхностный, методом печати или в массе); класс красителя; марка красителя; модификация волокон, обусловленная различной обработкой; зонарная окраска волокон, а также чередование зон, их цвет и длина и др.

Лабораторное оборудование (предметные и покровные стекла, иглы препарировальные, ножницы, стеклянные палочки и др.).

Иммерсионная жидкость для приготовления микропрепаратов (водно-глицериновая смесь 1:1, дистиллированная вода).

Химические реактивы и расходные материалы (кислоты, щелочи, растворители, одноразовая химическая посуда и др.).

Натурная криминалистическая коллекция волокон и волокнистых материалов.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы. Изучение обстоятельства дела; оценка полноты представленных материалов<sup>1</sup>. Выработка тактики осмотра представленных объектов исследования. Установление наличия разрешения на полное или частичное уничтожение объектов, изменение их внешнего вида или основных свойств<sup>2</sup>.

2. Осмотр и фиксация упаковки объектов (целостность и состояние; наличие оттисков печатей, штампов, а также пояснительных надписей и подписей). Вскрытие упаковки; установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы<sup>3</sup>.

3. Общий осмотр объектов исследования в целях определения их пригодности для экспертного исследования.

4. Визуальное исследование представленных объектов с помощью различных источников освещения и оптических увеличивающих приспособлений для обнаружения и выявления наслоений в виде текстильных волокон.

---

<sup>1</sup> Если предоставленной информации недостаточно, – направление ходатайства о предоставлении дополнительных материалов.

<sup>2</sup> При отсутствии разрешения на полное (частичное) видоизменение (уничтожение) объектов – направление лицу, назначившему экспертизу, письменного ходатайства о предоставлении такого разрешения.

<sup>3</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы – их прием либо возврат без исполнения в соответствии с установленным порядком.

5. Изъятие микрообъектов волокнистой природы с предметов-носителей с использованием различных средств и методов и перенесение их в среду, защищающую от повреждений.

6. Исследование представленных объектов для их описания и индивидуализации; измерение объектов исследования. Фотографирование общего вида объектов исследования по правилам масштабной фотосъемки.

7. Отбор средних проб<sup>1</sup> волокон, входящих в состав представленных текстильных объектов. Приготовление в поле зрения бинокулярного микроскопа микропрепаратов.

8. Исследование приготовленных препаратов волокон в поле зрения поляризационного микроскопа в проходящем свете: изучение морфологических признаков; определение цветовых оттенков<sup>2</sup>; измерение толщины волокон<sup>3</sup>.

Выявление иных необходимых признаков волокон.

Для окрашенных волокон – определение способа крашения по характеру расположения красителя.

Установление наличия/отсутствия специфических признаков, полученных в результате отклонений в технологии производства, во время эксплуатации и хранения волокнистых материалов. Определение наличия/отсутствия включений и наслоений, случайных примесей иной природы.

9. Исследование приготовленных препаратов волокон в поле зрения микроскопа в поляризованном свете: выявление интерференционной окраски. Для определенных видов химических волокон – установление знака двойного лучепреломления и определение порядка поглощения компенсационным методом.

---

<sup>1</sup> Средняя проба – представительный образец, отображающий всю совокупность волокон, входящих в состав текстильного изделия (материала), отобранный от каждого из элементов, участвующих в образовании текстильного изделия (материала), и содержащий всю цветовую гамму изделия (материала).

<sup>2</sup> Цветовой оттенок оценивают, расположив волокно по центру поля зрения микроскопа; исследование проводят при одном и том же увеличении и одинаковой интенсивности освещения. Волокно просматривают по всей длине, учитывая вероятность его неравномерной окраски.

<sup>3</sup> Толщина определяется только у ровных волокон; производят 10–15 измерений на разных участках волокна и вычисляют среднеарифметическую величину. Толщину разных волокон определяют при одном и том же увеличении.

10. Установление природы волокон, класса волокнообразующего полимера на основании выявленных морфологических и физических признаков<sup>1</sup>.

11. Приготовление микропрепаратов изъятых волокон в поле зрения бинокулярного микроскопа<sup>2</sup>.

12. Исследование приготовленных препаратов в поле зрения поляризационного микроскопа (выполнение пп. 8–10).

13. Систематизация одноцветных волокон по природе волокон, классу волокнообразующего полимера и выявленным признакам.

14. Сравнение результатов исследования изъятых волокон и волокон, входящих в состав представленных предметов-носителей, в поле зрения поляризационного микроскопа. Выявление среди изъятых волокон таких, которые имеют общую родовую (групповую) принадлежность с волокнами, входящими в состав представленных текстильных предметов-носителей, и исключение их из общей совокупности изъятых волокон.

15. Сравнение в поле зрения поляризационного микроскопа систематизированных волокон-наслоений с волокнами, входящими в состав представленных для сравнения волокнистых материалов; выявление волокон, которые имеют общую родовую (групповую) принадлежность.

16. Упаковка и опечатывание объектов, представленных на исследование.

При достаточном количестве волокон проводится исследование красителей, которыми они окрашены [8].

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется в следующих случаях.

---

<sup>1</sup> При затруднениях в определении вида волокна (класса волокнообразующего полимера) микроскопическим методом установление видовой принадлежности волокна осуществляется химическим методом либо методом ИК-спектроскопии [1, 7].

<sup>2</sup> В случае установления общей родовой (групповой) принадлежности для приготовления микропрепаратов отбирают волокна одинаковых цветовых оттенков с волокнами, входящими в состав образца сравнения.

1. При обнаружении текстильных волокон – когда в результате проведенного исследования экспертом были обнаружены на объектах микрочастицы, обладающие совокупностью признаков, характерных для текстильных волокон (в выводе отражается, какие именно волокна были обнаружены: указываются их природа, класс волокнообразующего полимера и цветовой оттенок).

*Пример.* На одежде, изъятая с трупа гр-на К., обнаружены волокна-наслоения различной природы и цвета:

дискретно окрашенные в красный цвет, зеленые, синие хлопковые волокна;

неокрашенные, красные, фиолетовые шерстяные волокна;

фиолетовые и желтые полиакрилонитрильные волокна.

2. При решении вопроса о пригодности исследуемых объектов для сравнительного исследования (если установлено, что объекты представлены в состоянии, позволяющем провести их изучение в полном объеме) и выявлении достаточного и информативного комплекса признаков, индивидуализирующих данные объекты.

*Пример.* На липкой поверхности светлой пленки для изъятия микрочастиц обнаружены розовые хлопковые и серые полиэфирные волокна, пригодные для проведения сравнительного исследования.

3. При решении вопроса об общей родовой (групповой) принадлежности волокон, если установлено существенное сходство по морфологическим признакам, физическим показателям и другим родовым (групповым) признакам исследованных волокон.

*Примеры.*

1. Синие полиэфирные волокна, обнаруженные на фрагменте оконной рамы, схожи с синими полиэфирными волокнами, входящими в состав одежды подозреваемого М., по классу волокнообразующего полимера, цветовому оттенку и выявленным морфологическим и физическим признакам (продольному строению, форме поперечного сечения, наличию точечных включений, характеру их распределения, оптическому диаметру и интерференционной окраске).

2. В массе вещества растительного происхождения обнаружены голубые шерстяные и зеленые полиамидные волокна, имеющие общую родовую принадлежность с волокнами, входящими в состав свитера и брюк подозреваемого гр-на Р.

Категорический отрицательный вывод формулируется в следующих случаях.

1. В результате проведенного исследования выявлено, что на объекте (в массе) не обнаружено частиц (микрочастиц), обладающих признаками текстильных волокон.

*Пример.* На поверхности куртки гр-на П. волокон-наслоений не обнаружено ввиду слабой следовоспринимающей поверхности кожаных изделий.

2. При проведении исследования и совокупной оценки полученных результатов установлены существенные различия по основным морфологическим признакам и физическим показателям исследованных волокон.

*Пример.* Среди микрочастиц, изъятых при осмотре места происшествия, не обнаружено волокон-наслоений, имеющих общую родовую принадлежность с волокнами, входящими в состав одежды подозреваемого гр-на Н.

3. Большая часть признаков, индивидуализирующих объекты, была утеряна (поверхность исследуемых объектов сильно загрязнена; объекты подвергались воздействию высоких температур и т.д.).

*Пример.* Волокна-наслоения, обнаруженные на поверхности липкого слоя фрагмента пленки типа «скотч», непригодны для проведения сравнительного исследования ввиду сильного загрязнения объектов частицами клеевого слоя пленки, что не позволяет выявить полный и достаточный комплекс морфологических признаков, необходимых для проведения сравнительного исследования.

Предположительный (вероятный) положительный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных тождественных родовых (групповых) признаков, индивидуализирующих объекты.

*Примеры.*

1. На поверхности ножа обнаружены коричневые полиэфирные волокна, которые могли произойти как от футболки подозреваемого гр-на Л., так и от другого изделия, в состав которого входят аналогичные волокна.

2. Волокна, изъятые при осмотре места происшествия по адресу ..., и волокна, изъятые при осмотре места происшествия по адресу ..., могли иметь общий источник происхождения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

если установлено, что объекты (волокна) представлены в состоянии, не позволяющем провести их изучение в полном объеме (поверхность исследуемых объектов загрязнена; объекты подвергались воздействию высоких температур и т.д.);

отсутствует разрешение на нарушение целостности объекта.

*Примеры.*

1. Решить вопрос об исходной локализации волокон-наслоений на одежде, изъятой с трупа гр-на П., не представляется возможным, так как выбранный способ упаковки не обеспечивает сохранности волокон и не исключает возможности их миграции по поверхностям объектов-носителей.

2. Решить вопрос о природе и видовой принадлежности волокон-наслоений, обнаруженных на поверхности ствольной коробки автомата, не представляется возможным ввиду сильной термической деструкции объектов и невозможности установления морфологических признаков волокон-наслоений.

### Литература

1. *Афанасьева Л.И., Вртанесьян Э.В., Ганина И.А., Менцер Ф.* Текстильные волокна – источник розыскной и доказательственной информации. – Ч. 2. Основные сведения об источниках микрообъектов – текстильных волокон. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1982.

2. *Белкин Р.С.* Криминалистика: Краткая энциклопедия. – М., 1993.

3. *Егорова О.В.* С микроскопом на ты. – СПб., 2000.

4. *Кисин М.В., Менцер Ф., Ганина И.А., Бойцов Б.В.* Текстильные волокна – источник розыскной и доказательственной информации. – Ч. 1. Использование результатов обнаружения и исследования текстильных волокон в раскрытии и расследовании преступлений. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1982.

5. *Кисин М.В.* Сравнительное исследование изделий из волокнистых материалов. – М.: НИИК ГУМ МВД СССР, 1953.

6. Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. I / Под ред. В.А. Пучкова, Л.Д. Беляевой. – М., 1983.

7. Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. II. Исследование текстильных волокон / Под ред. В.А. Пучкова. – М., 1983.

8. Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. III. Исследование органических красителей окрашенных текстильных материалов / Под ред. В.А. Пучкова. – М., 1983.

9. *Немченко Э.А., Новиков Н.А., Новикова С.А., Филинковская Е.Ф.* Свойства химических волокон и методы их определения. – М., 1973.

10. Основы судебной экспертизы. Общая теория. – Ч. 1 / Под ред. И.Ф. Буровой, И.В. Крылова. – М., 1997.

## **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ**

*М.Н. Стецюк, Ю.Л. Иванов*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи**

Установление общей родовой (групповой) принадлежности волокнистых материалов и изделий из них.

Установление индивидуальной принадлежности волокнистых материалов и изделий из них<sup>1</sup>.

### **Объекты исследования**

Волокнистые материалы и изделия из них – тканые и нетканые материалы; трикотаж; крученые и плетеные изделия; искусственный мех<sup>2</sup>.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Однородны ли представленные объекты?

Мог ли фрагмент текстильного материала произойти от представленного изделия?

Имеют ли представленные объекты общую родовую (групповую) принадлежность?

Могли ли представленные объекты иметь общий источник происхождения?

### **Сущность методики**

Выявление, анализ, сравнение и оценка признаков, характеризующих волокнистые материалы и изделия из них, для установления общей родовой (групповой) принадлежности объектов исследования.

### **Подзадачи**

***1. Установление основных структурных и технологических характеристик волокнистых материалов.***

---

<sup>1</sup> Данная задача решается в рамках комплексной экспертизы.

<sup>2</sup> В качестве объектов исследования могут выступать и другие волокнистые материалы или изделия из них (пакля, вязаные шнуры и др.). В настоящей методике приведена типовая схема исследования наиболее часто встречающихся в экспертной практике объектов.

*Объекты исследования.* Волокнистые материалы и изделия из них.

*Принципы решения подзадачи.* Изучение и анализ структуры объекта исследования; определение основных технологических характеристик представленных объектов.

## **2. Определение волокнистого состава исследуемых объектов.**

*Объекты исследования.* Волокна, входящие в состав волокнистых материалов и изделий из них.

*Принципы решения подзадачи.* Выявление и анализ цветовых оттенков, морфологических и физических признаков волокон, особенностей, приобретенных во время производства, эксплуатации или хранения; установление природы волокон, класса волокнообразующего полимера.

## **3. Исследование красителей, которыми окрашены объекты.**

*Объекты исследования.* Окрашенные волокна, входящие в состав исследуемых объектов.

*Принципы решения подзадачи.* Микрохимический анализ красителей, включающий проведение реакций, специфичных для определения хромофорных групп (галохромного эффекта), а также качественных (окислительно-восстановительных) реакций; исследование красителей путем проведения колористического анализа; на основе результатов микрохимического и колористического анализов установление принадлежности красителя окрашенных волокон к определенному классу и группе в соответствии с существующей химической и технологической классификацией; определение компонентного состава красителей методом тонкослойной хроматографии.

## **4. Установление наличия (отсутствия) общих родовых (групповых) признаков исследуемых волокнистых материалов и изделий из них.**

*Объекты исследования.* Волокнистые материалы и изделия из них.

*Принципы решения подзадачи.* Сравнение признаков, характерных для каждого из исследуемых объектов; оценка выявленных совпадений (различий) и формулирование вывода об однородности (неоднородности) исследуемых объектов по характерным признакам.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Решение вопроса об установлении общей родовой (групповой) принадлежности волокнистых материалов и изделий из них основывается на выявлении индивидуальной совокупности родовых (групповых) признаков сравниваемых объектов<sup>1</sup>.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Осветительные приборы, дающие яркое фронтальное и косопадющее освещение.

Лупы с подсветкой; лупы на штативе и др. (увеличение – до 16<sup>x</sup>).

УФ-лампа (254 и 366 нм).

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Измерительные инструменты: рулетка; сантиметр; линейка; штангенциркуль (точность – 0,1 мм); измерительная лупа (точность – 0,01 мм).

Бинокулярный микроскоп (свет – отраженный).

Окуляр-микрометр (точность – 0,01 мм).

Поляризационный микроскоп (свет – проходящий, поляризованный; увеличение от 40 до 400<sup>x</sup>).

Комплект компенсаторов.

Толщиномер (точность – 0,01 мм).

Спиртовка или горелка.

---

<sup>1</sup> Родовые признаки волокнистых материалов и изделий из них – это признаки, обусловленные технологией производства, но не указывающие на конкретное изделие (вид волокнистого материала, текстильного изделия (например, ткань, трикотаж и т.д.); его цвет; основные структурные и технологические характеристики; волокнистый состав).

Групповые признаки волокнистых материалов и изделий из них – это признаки, обусловленные спецификой процесса производства, указывающие на предприятие-изготовитель (марка красителя или композиция марок, особенности цветовой гаммы изделия, качественное или количественное разнообразие волокнистого сырья); признаки, указывающие на общность пространственно-временного существования объектов: особенности, приобретенные во время эксплуатации или хранения, либо обусловленные событием происшествия.

Общая родовая принадлежность волокнистых материалов и изделий из них – общность сравниваемых объектов на уровне родовых признаков.

Общая групповая принадлежность волокнистых материалов и изделий из них – общность сравниваемых объектов на уровне групповых признаков.

Инфракрасный спектрометр (ИК Фурье-спектрометр), работающий в среднем диапазоне.

ИК-микроскоп с набором для пробоподготовки (шпатели, роликовые ножи, полированные металлические пластины, держатели и др.).

Приставка НПВО.

Средства изъятия (пинцет глазной, пинцет хирургический, скальпели, шпатели, игольчатые щупы и др.).

Лабораторное оборудование для приготовления микропрепаратов (предметные и покровные стекла, иглы препарировальные, ножницы, стеклянные палочки и др.).

Лабораторная посуда (чашки Петри, стаканы мерные, цилиндры, пипетки градуированные, пробирки лабораторные и др.).

Набор для тонкослойной хроматографии (нагревательный столик, хроматографические камеры, капилляры, пластины для тонкослойной хроматографии).

Штатив для пробирок.

Иммерсионная жидкость для приготовления микропрепаратов (водно-глицериновая смесь 1:1; дистиллированная вода).

Химические реактивы и расходные материалы (кислоты, щелочи, растворители, одноразовая химическая посуда и др.).

Натурная криминалистическая коллекция волокон и волокнистых материалов.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы. Изучение обстоятельства дела; оценка полноты представленных материалов<sup>1</sup>; выработка тактики осмотра объектов исследования. Установление наличия разрешения на полное или частичное уничтожение объектов, изменение их внешнего вида или основных свойств<sup>2</sup>.

2. Осмотр и фиксация упаковки объектов (целостность и состояние; наличие оттисков печатей, штампов, а также пояснительных

---

<sup>1</sup> Если предоставленной информации недостаточно, – направление ходатайства о предоставлении дополнительных материалов.

<sup>2</sup> При отсутствии разрешения на полное (частичное) видоизменение (уничтожение) объектов – направление лицу, назначившему экспертизу, письменного ходатайства о предоставлении такого разрешения.

надписей и подписей). Вскрытие упаковки; установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

3. Общий осмотр объектов исследования; определение их пригодности для экспертного исследования.

4. Исследование представленных объектов для их описания и индивидуализации; измерение объектов исследования. Фотографирование общего вида объектов исследования по правилам масштабной съемки.

5. Определение цвета объектов исследования на белом или черном фоне невооруженным глазом, с помощью бинокулярной лупы или в поле зрения бинокулярного микроскопа при дневном, естественном или искусственном освещении.

6. Установление и фиксация специфических признаков, полученных во время эксплуатации, хранения текстильных изделий. Определение наличия включений и наслоений, а также случайных примесей иной природы (почва, нефтепродукты, растительные частицы и др.)<sup>2</sup>.

7. Определение основных структурных и технологических показателей представленных на исследование волокнистых материалов и изделий из них:

1) для крученых изделий<sup>3</sup>:

диаметр [4];

структура изделия и его элементов – количество сложений и направление крутки (проводят невооруженным глазом, с помощью бинокулярной лупы или в поле зрения бинокулярного микроскопа при раскручивании изделия);

линейная плотность [4, 20];

шаг крутки (по ребру пряжи отмечают две точки, отстоящие друг от друга на один оборот пряжи, и измеряют расстояние между этими точками в распрямленном состоянии пряжи; проводят 10–15 измерений на различных участках и определяют среднеарифметическое значение);

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении (определении) о назначении экспертизы – их прием либо возврат без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>2</sup> При обнаружении частиц, не являющихся объектами данного экспертного исследования (волосы, нефтепродукты, почва, растительные частицы, строительная краска и т.д.), – направление ходатайства о привлечении специалистов, обладающих специальными знаниями в области исследования обнаруженных объектов, по мере необходимости.

<sup>3</sup> Крученые изделия – изделия, образованные скручиванием (свивкой) двух или более элементов (канаты, веревки, шпагаты, шнуры и нитки).

количество витков на единицу длины изделия (подсчитывают количество витков каждого из сложенных на участке длиной 10–15 см; проводят 10–15 измерений и определяют среднеарифметическое значение); способ изготовления (фабричный или кустарный)<sup>1</sup>;

наличие/отсутствие пороков (дефектов) [2];

наличие/отсутствие флуоресценции в УФ-лучах;

2) для плетеных изделий<sup>2</sup>:

структура – плоскоплетеное или круглоплетеное; сквозного плетения или оплеточное; с наполнением или без наполнения (проводят невооруженным глазом, с помощью бинокулярной лупы или в поле зрения бинокулярного микроскопа)<sup>3</sup> [31];

число прядей в оплетке (или в изделии сквозного плетения);

число элементов, образующих пряди;

характеристики раппорта переплетения (прядность плетения (переплетение); регулярность переплетения; число прядей в раппорте переплетения; длина отрезка изделия, на котором укладывается один раппорт; число прядей в элементе раппорта) [31];

плотность или шаг плетения [31];

диаметр или ширина изделия [4];

линейная плотность [4, 20];

наличие/отсутствие пороков (дефектов) [2];

наличие/отсутствие флуоресценции в УФ-лучах;

3) для нетканых материалов<sup>4</sup>:

способ производства (вязально-прошивной, холстопрошивной, нитепрошивной, тканепрошивной, пленкопрошивной, иглопробивной, клееный, термоскрепленный, фильерный, бумагоделательный) [1];

<sup>1</sup> Иногда фабричный имитирует кустарный.

<sup>2</sup> Плетеное изделие – изделие, состоящее из переплетенных между собой элементов, каждый из которых располагается вдоль изделия с некоторым наклоном к его оси (шнур, тесьма, канат).

<sup>3</sup> Если плетеное изделие состоит из оплетки и наполнения, то исследование элементов, образующих наполнение, проводят дифференцированно по схеме для конкретного вида изделия. Наполнение может представлять собой как отдельные пряди, так и крученное или плетеное изделие, не участвующие в образовании оплетки.

<sup>4</sup> Нетканый материал – текстильное изделие, по внешнему виду напоминающее ткань, но вырабатываемое из волоконистой массы без процессов прядения или ткачества либо из пряжи без процессов ткачества.

диаметр пряжи, нитей (измеряют с помощью окулярного микрометра или измерительной лупы; проводят 10–15 измерений на различных участках и определяют среднеарифметическое значение);

поверхностная плотность [6];

наличие/отсутствие пороков (дефектов) [3];

толщина нетканого материала;

наличие/отсутствие флуоресценции в УФ-лучах;

4) для ткани<sup>1</sup>:

характер поверхности;

тип переплетения нитей основы и утка в поле зрения микроскопа: простое (полотняное, саржевое, сатиновое или атласное), комбинированное (получаемое сочетанием простых переплетений), сложное (многослойное, ворсовое), жаккардовое (крупноузорное);

схема раппорта переплетения (в поле зрения микроскопа подсчитывают (раздельно) количество нитей основы и утка);

плотность ткани по основе и утку (в поле зрения микроскопа подсчитывают количество нитей основы и утка на  $1 \text{ см}^2$ ) [7];

поверхностная плотность [6];

толщина ткани;

диаметр нитей основы и утка (измеряют с помощью окулярного микрометра или измерительной лупы; проводят 10–15 измерений на различных участках и определяют среднеарифметическое значение);

наличие/отсутствие пороков (дефектов) [3];

особенности, приобретенные в процессе изготовления изделия (характер и особенности швов и шаг строчки (размеры стежка, если изделие пошито на швейной машине; особенности пошивки при ручном изготовлении); наличие кромки и ее структурные и технологические характеристики);

наличие/отсутствие флуоресценции в УФ-лучах;

5) для трикотажа<sup>2</sup> [32]:

поверхность лицевой и изнаночной сторон;

---

<sup>1</sup> Ткань – текстильное изделие, вырабатываемое на ткацких станках посредством переплетения двух систем нитей: продольной (основа) и поперечной (уток).

<sup>2</sup> Трикотаж – вязаное текстильное изделие или полотно, состоящее из петель, переплетающихся между собой в продольном и поперечном направлениях и образованных одной или несколькими нитями.

вид трикотажа по способу выработки петельного ряда (поперечно-вязанный (кулирный) или основовязанный);

тип переплетения (определяют осторожным распусканием отдельных петель);

раппорт переплетения (определяют для трикотажа в полоску или с рисунком путем подсчета количества петельных рядов и столбиков);

масса 1 м<sup>2</sup> трикотажа [32];

плотность трикотажа (число петель, приходящееся на единицу длины петельного ряда или петельного столбика) [32];

длина петли [32];

диаметр нитей/пряжи (измеряют с помощью окулярного микрометра или измерительной лупы; проводят 10–15 измерений на различных участках и определяют среднеарифметическое значение);

структура нитей/пряжи (направление крутки; количество сложений);

толщина трикотажа;

наличие/отсутствие пороков (дефектов) [3];

особенности, приобретенные в процессе изготовления изделия (характер и особенности швов и шаг строчки (размеры стежка, если изделие пошито на швейной машине), особенности пошивки при ручном изготовлении);

наличие/отсутствие флуоресценции в УФ-лучах;

б) для искусственного меха<sup>1</sup>:

способ производства (тканый, трикотажный, нетканый (тафтинговый), клеевой или нагольный) [25];

характер лицевой и изнаночной поверхности;

диаметр пряжи, нитей (измеряют с помощью окулярного микрометра или измерительной лупы; проводят 10–15 измерений на различных участках и определяют среднеарифметическое значение);

длина ворса [5];

наличие/отсутствие специфических загрязнений, появившихся в процессе производства;

наличие/отсутствие флуоресценции в УФ-лучах.

8. Сравнение выявленных структурных и технологических показателей представленных на исследование волокнистых материалов и изделий из них.

---

<sup>1</sup> Искусственный мех – это длинноворсовый текстильный материал, имитирующий натуральный мех.

9. Отбор средних проб<sup>1</sup> волокон, входящих в состав представленных текстильных объектов. Приготовление в поле зрения бинокулярного микроскопа микропрепаратов.

10. Исследование приготовленных препаратов волокон в поле зрения поляризационного микроскопа в проходящем свете; изучение морфологических признаков (продольное строение, форма поперечного сечения, наличие/отсутствие точечных включений и характер их распределения); определение цветового оттенка<sup>2</sup>; измерение толщины волокон<sup>3</sup>.

Для окрашенных волокон – определение способа крашения по характеру распределения красителя.

Установление наличия/отсутствия специфических признаков, полученных в результате отклонений в технологии производства, во время эксплуатации и хранения волокнистых материалов (изделий). Определение наличия/отсутствия включений и наслоений, случайных примесей иной природы.

11. Исследование приготовленных препаратов волокон в поле зрения микроскопа в поляризованном свете: выявление интерференционной окраски. Для определенных видов химических волокон – установление знака двойного лучепреломления и определение порядка поглощения компенсационным методом.

12. Установление природы волокон, класса волокнообразующего полимера на основании морфологических и физических признаков<sup>4</sup>.

13. Систематизация одноцветных волокон, входящих в состав представленных объектов, по природе волокна, классу волокнообразующего полимера, по выявленным признакам.

---

<sup>1</sup> Средняя проба – представительный образец, отображающий всю совокупность волокон, входящих в состав текстильного изделия (материала), отобранный от каждого из элементов, участвующих в образовании текстильного изделия (материала), и содержащий всю цветовую гамму изделия (материала).

<sup>2</sup> Цветовой оттенок оценивают по всей длине волокна, расположив волокно по центру поля зрения микроскопа; исследование проводят при одном и том же увеличении и одинаковой интенсивности освещения.

<sup>3</sup> Толщина определяется только у ровных волокон; производят 10–15 измерений на разных участках волокна и высчитывают среднеарифметическую величину. Толщину разных волокон определяют при одном и том же увеличении.

<sup>4</sup> При затруднениях в определении вида волокна (класса волокнообразующего полимера) микроскопическим методом установление видовой принадлежности волокна осуществляется химическим методом либо методом ИК-спектроскопии [8, 18].

14. Сравнение результатов исследования волокон, входящих в состав представленных объектов, в поле зрения поляризационного микроскопа; выявление общей родовой (групповой) принадлежности.

15. Оценка достаточности количества представленных объектов для исследования красителей методами микрохимического, колористического анализов и тонкослойной хроматографии<sup>1</sup>.

16. Дифференциация одноцветных волокон одной природы (класса волокнообразующего полимера) по способу крашения.

17. Определение галохромного эффекта красителей путем проведения специфических реакций в поле зрения бинокулярного микроскопа (для окрашенных волокон) [19].

18. Сравнение результатов исследования галохромного эффекта красителей (наличие у красителя в результате действия специфических реагентов галохромного эффекта, не сопоставимого с другими образцами, является основанием для исключения представленного объекта из сравнительного исследования).

19. Проведение качественных (окислительно-восстановительных) реакций; выявление и фиксация свойств красителя (изменение окраски при воздействии на окрашенные волокна химическими реактивами). Установление принадлежности красителя окрашенных волокон к определенным классу и группе (химическая классификация) [19].

20. Проведение колористического анализа красителей; выявление свойств красителей и установление принадлежности красителей окрашенных волокон к определенным классу и группе (технологическая классификация) [19].

21. Экстракция красителей с окрашенных волокон; определение компонентного состава красителей методом тонкослойной хроматографии [19].

22. Сравнение полученных хроматограмм при дневном освещении и в УФ-лучах аналитической кварцевой лампы: по количеству и окраске хроматографических зон, по коэффициенту хроматографической подвижности и интенсивности люминесценции хроматографических зон. Установление сходства (различия) объектов по компонентному составу красителей, примененных для их крашения.

---

<sup>1</sup> В случае установления недостаточности количества объектов для исследования красителей комплексом вышеуказанных методов выбор методов исследования (выполнение п. 16–22) осуществляется экспертом самостоятельно в зависимости от количества объектов и их цветовых оттенков.

23. Сравнение волокнистых материалов и изделий из них по выявленным родовым (групповым) признакам и свойствам красителей, по химическому и технологическому классам, по компонентному составу. Обобщение результатов (установление общей родовой (групповой) принадлежности объектов).

24. Упаковка и опечатаывание объектов, представленных на исследование.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется, если в результате проведенного исследования установлено, что представленные объекты имеют сходные устойчивые родовые (групповые) признаки, характеризующие исследуемые объекты.

*Примеры.*

1. Фрагмент нити, которым был перевязан сверток, изъятый у гр-на Ж., схож с нитью катушки, изъятной при обыске жилища по адресу ..., по установленным технологическим показателям, волокнистому составу и компонентному составу красителей, которыми они окрашены.

2. Фрагмент ткани, изъятый с оконной рамы по адресу ..., имеет общую групповую принадлежность с материалом рубашки подозреваемого гр-на В.

Категорический отрицательный вывод формулируется, если в результате проведенного исследования выявлены устойчивые существенные различия признаков исследованных объектов (явное несоответствие цветовых оттенков, отличие объектов друг от друга по техническим и структурным показателям, по волокнистому составу, свойствам использованных красителей и т.д.).

*Пример.* Фрагмент веревки, которой был связан потерпевший гр-н Ф., отличается от веревки, изъятной при обыске гаража подозреваемого гр-на О., по основным технологическим показателям (диаметру, шагу крутки и др.).

Предположительный (вероятный) вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных тождественных родовых (групповых) признаков, индивидуализирующих представленные объекты.

*Примеры.*

1. Фрагмент трикотажного материала, обнаруженный на оконной раме жилища по адресу ..., имеет общую родовую принадлежность с фрагментом материала трикотажного свитера подозреваемого гр-на Л. и мог произойти как от свитера подозреваемого гр-на Л., так и от другого изделия, имеющего аналогичные структурные и технологические показатели и волокнистый состав.

2. Фрагмент веревки, изъятый при осмотре места происшествия по адресу ..., и фрагмент веревки, которым был связан потерпевший гр-н Х., могли иметь общий источник происхождения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

объекты (волоконистые материалы и изделия из них) представлены в состоянии, не позволяющем провести их изучение в полном объеме, выявить достаточный и информативный комплекс индивидуализирующих их признаков;

большая часть признаков, характеризующих представленные объекты, была утеряна (структура объектов подвергалась изменению, они деформированы, их поверхность загрязнена);

отсутствует разрешение на нарушение целостности объекта.

*Пример.* Фрагмент нити, изъятый с поверхности рукояти ножа, механически деформирован, в результате чего установить признаки изделия, от которого он мог произойти, не представляется возможным.

## Литература

1. ГОСТ 16430–83. Полотна нетканые. Термины и определения.
2. ГОСТ 18827–88. Изделия текстильно-галантерейные тканые, плетеные, витые, вязаные, метражные и штучные. Виды и размеры пороков.
3. ГОСТ 25506–82 (СТ СЭВ 5582–86). Полотна текстильные. Термины и определения пороков.
4. ГОСТ 25552–82. Изделия крученые и плетеные. Методы испытаний.
5. ГОСТ 26666.1–85. Мех искусственный трикотажный. Метод определения длины ворса.
6. ГОСТ 3811–72. Материалы текстильные, ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.
7. ГОСТ 3812–72. Материалы текстильные, ткани и штучные изделия. Методы определения плотности нитей и пучков ворса.
8. *Афанасьева Л.И., Вртанесьян Э.В., Ганина И.А., Менцер Ф.* Текстильные волокна – источник розыскной и доказательственной информации. – Ч. 2. Основные сведения об источниках микрообъектов – текстильных волокон. Методики криминалистического исследования волокон. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1982.
9. *Белкин Р.С.* Криминалистика: Краткая энциклопедия. – М., 1993.

10. *Бяльской А.Л., Карнов В.В.* Красители для текстильной промышленности: Колористический справочник. – М., 1971.
11. *Венкатараман К.* Химия синтетических красителей. – Т. IV. – М., 1975.
12. *Гензер М.С.* Механическая технология нетканых текстильных полотен. – М., 1978.
13. *Егорова О.В.* С микроскопом на ты. – СПб., 2000.
14. *Капитанова Е.А., Брунова Л.П., Кононец В.А., Николаева Е.И.* Экспертное исследование хлопковых волокон джинсовых тканей, окрашенных в черный цвет. – М., 2003.
15. *Капитанова Е.А., Брунова Л.П.* Экспертное исследование хлопковых волокон джинсовых тканей синего цвета. – М., 2002.
16. *Кисин М.В., Менцер Ф., Ганина И.А., Бойцов Б.В.* Текстильные волокна – источник розыскной и доказательственной информации. – Ч. 1. Использование результатов обнаружения и исследования текстильных волокон в раскрытии и расследовании преступлений. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1982.
17. *Кисин М.В.* Сравнительное исследование изделий из волокнистых материалов. – М.: НИИК ГУМ МВД СССР, 1953.
18. Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. II. Исследование текстильных волокон / Под ред. В.А. Пучкова – М., 1983.
19. Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. III. Исследование органических красителей окрашенных текстильных волокон / Под ред. В.А. Пучкова. – М., 1983.
20. *Лизаева М.В., Радченко А.В., Салата Л.А.* Основные сведения о крученых изделиях и методика их технологического исследования. – М., 2001.
21. *Лунд-Иверсен Б.* Ткацкие переплетения. – М., 1987.
22. *Немченко Э.А., Новиков Н.А., Новикова С.А., Филинковская Е.Ф.* Свойства химических волокон и методы их определения. – М., 1973.
23. Основные сведения, необходимые для судебно-экспертного исследования трикотажных полотен и трикотажа. – М., 1995.
24. Основы судебной экспертизы. Общая теория. – Ч. 1 / Под ред. И.Ф. Буровой, И.В. Крылова. – М., 1997.
25. *Паришков Ю.И., Ганина И.А., Князенков С.Н.* Криминалистическое исследование единичных волокон искусственного меха в диагностических целях. – М.: ЭКЦ МВД России, 1992.

26. *Паришков Ю.И., Ганина И.А., Князенков С.Н.* Сравнительное исследование единичных волокон искусственного меха. – М.: ЭКЦ МВД России, 1992.

27. *Паришков Ю.И., Князенков С.Н.* Использование в раскрытии преступлений микрообъектов, происходящих от канатов, веревок, шпагатов, шнуров (тактика и методика экспертного обеспечения). – М.: ЭКЦ МВД России, 1994.

28. *Пучков В.А., Беляева Л.Д.* Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. 1. – М., 1983.

29. *Пучков В.А., Козлова Л.Н., Мазаева Т.М.* Криминалистическое исследование органических красителей природных волокон. – М., 1975.

30. *Пучков В.А.* Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. – Вып. 3. – М., 1983.

31. *Радченко А.В., Салата Л.А., Лизаева М.В.* Основные сведения о плетеных изделиях и их экспертное исследование. – М., 2003.

32. *Радченко А.В., Трушина Л.А.* Основные сведения, необходимые для судебно-экспертного исследования трикотажных полотен и трикотажа. – М., 1995.

33. *Радченко А.В., Трушина Л.А.* Схемы решения классификационных и идентификационных задач при исследовании трикотажных полотен и трикотажа. – М., 1995.

34. *Шталь Э.* Хроматография в тонких слоях. – М., 1965.

## ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

*Г.В. Любецкий, М.А. Макаров, В.А. Питрюк*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление факта наличия следов специального химического вещества<sup>1</sup> (вещества-маркера) на объектах-носителях.

Установление общей родовой (групповой) принадлежности СХВ с объекта-носителя и контрольного образца СХВ<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Далее – СХВ.

<sup>2</sup> Под общей родовой принадлежностью следует понимать принадлежность исследуемых объектов, обладающих совокупностью общих родовых признаков, к СХВ, имеющим общий способ маркировки объектов.

Под общей групповой принадлежностью следует понимать принадлежность исследуемых объектов к СХВ, имеющим одинаковый состав люминофора и вспомогательных компонентов.

### **Объекты исследования**

Специальные химические вещества, являющиеся материальными носителями информации о событии преступления; нативные образцы специальных химических веществ, использованных для негласной маркировки объектов и предметов-носителей.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли химическое вещество, обнаруженное на одежде, обуви, теле подозреваемого (либо на различных предметах), по своему составу, консистенции и цвету однородным с веществом, изъятым с места происшествия?

Является ли химическое вещество, обнаруженное на одежде, обуви, теле подозреваемого (либо на различных предметах), по своему составу, консистенции и цвету однородным с веществом, представленным в качестве образца для сравнительного исследования?

### **Сущность методики**

Выявление наличия, анализ и оценка родовых, групповых и индивидуализирующих признаков веществ, использованных для негласной маркировки объектов.

### **Подзадачи**

Обнаружение СХВ на объекте-носителе.

Установление природы СХВ.

Сравнение с нативными образцами СХВ.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Решение вопроса об установлении природы объекта, его родовой, групповой принадлежности – выявление индивидуальной совокупности его родовых, групповых, индивидуализирующих признаков: морфологических признаков; физических и химических свойств.

### **Оборудование<sup>1</sup>, инструменты и материалы**

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Цифровой фотоаппарат.

---

<sup>1</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь действующее свидетельство о поверке.

Бинокулярный микроскоп для исследований в отраженном свете (в комплекте с видеокамерой, кольцевым осветителем, ПК, программным обеспечением, цветным принтером, ИБП).

Весы лабораторные электронные технические (точность – 0,01 г).

Весы аналитические (точность – 0,0001 г).

Рентгенофлуоресцентный спектрометр (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Спектрограф с генератором и цифровой регистрацией сигнала (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП); анализатор атомно-эмиссионных спектров МАЭС (или его аналог).

Атомно-абсорбционный спектрометр (в комплекте с набором ламп, ПК, программным обеспечением, ИБП).

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Набор для тонкослойной хроматографии.

Микрофотометр.

Спектрофотометр.

Сушильный шкаф.

Муфельная печь.

Микроволновая печь для растворения объектов.

Дистиллятор.

Бидистиллятор (или деионизатор).

Электрическая плитка.

Холодильник бытовой.

Таблеточный пресс.

Ультразвуковая ванна.

Керамические, агатовые ступки с пестиками.

Штангенциркуль, линейка.

Постоянный магнит.

Набор скальпелей, пинцетов, препарировальных игл, шпателей.

Лабораторная посуда (чашки Петри различных диаметров, колбы, стаканы, цилиндры, бюксы, пипетки, бюретки, фарфоровые тигли и др.).

Марлевый респиратор; резиновые и термостойкие перчатки; моющие средства; бумага «ватман».

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

Образцы СХВ; стандартные образцы веществ для калибровки приборов.

Химические реактивы и расходные материалы (вода дистиллированная, спирт этиловый 95%-й, ацетон, кислоты, щелочи, графитовые электроды, одноразовая химическая посуда и др.).

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы, дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений и разрешений для производства экспертизы<sup>1</sup>.

2. Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность, наличие оттисков печатей, штампов, пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях).

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>.

4. Визуальный осмотр объектов, сравнительных и контрольных образцов.

5. Фотосъемка общего вида упаковки и объектов (при необходимости – отдельных участков объектов).

6. Описание объектов.

7. Предварительное исследование объектов для установления факта наличия СХВ на них и природы СХВ (органическая, неорганическая):

тест на растворимость в различных растворителях (этанол 95%-й, ацетон, вода, смесь этанол–вода);

определение морфологических признаков: невооруженным глазом; микроскопическим исследованием; исследованием в УФ-свете (длина волн – 254 и 366 нм); сравнением с имеющимися стандартными образцами;

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное видоизменение или частичное уничтожение вещественных доказательств – направление запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – направление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

определение элементного состава неразрушающими методами (рентгенофлуоресцентный анализ и др.).

8. Определение схемы исследования и последовательности действий (в зависимости от поставленных вопросов и имеющегося аналитического оборудования).

Исследование не проводят в случаях, предусмотренных Федеральным законом от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» [13], если упаковка объектов-носителей допускает взаимный перенос частиц СХВ, а также когда отсутствует разрешение на полное или частичное уничтожение, видоизменение объекта (если это необходимо для исследования).

### ***Проведение исследования***

1. Подготовка объектов для отбора проб на исследование элементного состава<sup>1</sup>.

2. Подготовка проб для анализа (методика отбора проб, их количество и способ подготовки к анализу различаются в зависимости от выбранного метода определения состава объекта исследования).

#### **Аналитический метод**

Метод хроматографии в тонком слое

#### **Подготовка проб для анализа**

Вещество объекта исследования и образец сравнения при необходимости удаляют с объекта-носителя (механическим путем, путем смыва с объекта-носителя и т.д.). Объект исследования и образец сравнения растворяют в этаноле, воде, ацетоне, смеси вода–этанол (можно использовать один растворитель или смесь). Полученный экстракт наносят на пластину для тонкослойной хроматографии и анализируют как минимум в двух системах растворителей. После разделения (по достижении растворителем линии фронта) пластину вынимают из камеры и высушивают при комнатной температуре. Затем ее рассматривают при естественном освещении и в УФ-лучах аналитической кварцевой лампы, фиксируя окрашенные пятна, люминесценцию и поглощение образовавшихся пятен

<sup>1</sup> Отбор проб от объектов и все дальнейшие манипуляции необходимо проводить так, чтобы исключить возможность переноса частиц СХВ на другие объекты-носители. Особое внимание следует обратить на репрезентативность (представительность) отбираемых проб для объекта в целом.

Эмиссионный спектральный анализ	Пробу вещества объекта помещают в кратер угольного электрода для сжигания
Атомно-абсорбционный метод анализа	Пробу вещества объекта растворяют в кислоте или смеси кислот
Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой	Пробу вещества объекта растворяют в кислоте или смеси кислот
Рентгенофлуоресцентный анализ	Не требуется

3. Исследование методом тонкослойной хроматографии по соответствующим методикам на основании признаков, выявленных на этапе предварительного исследования [1–3, 12].

4. Определение качественного элементного состава объектов аналитическими методами в соответствии с руководством по эксплуатации применяемой модели оборудования.

5. Установление количественного содержания элементов в объекте безэталонными методами анализа (метод ЭСА и метод фундаментальных параметров в РФА) или построением калибровок с использованием паспортизированных стандартов или стандартных растворов.

Исследование качественного элементного состава объектов и количественного содержания элементов проводится в трехкратной повторности.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется в следующих случаях:

- установление наличия следов СХВ на объектах-носителях;
- выявление совокупности родовых (групповых) признаков, однозначно указывающих на общую родовую (групповую) принадлежность исследованных объектов и нативных образцов СХВ (контрольных образцов).

*Пример.* Вещество на поверхности-носителе однородно по компонентному составу и по цвету люминесценции с веществом, представленным в качестве образца сравнения.

Категорический отрицательный вывод формулируется при отсутствии общих родовых признаков, обусловленном различием исследованных объектов.

*Пример.* Вещество на поверхности-носителе не однородно с веществом, представленным в качестве образца сравнения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

на объекте-носителе не выявлено следов СХВ;

отсутствует разрешение на нарушение целостности объекта.

### Литература

1. Бибииков В.В., Паршиков Ю.И., Савина В.С., Скобелева Г.А. Экспертное исследование красителей химических ловушек. – М.: ВНИИООГП при МООП РСФСР, 1967.

2. Бойцов Б.В., Дубровин С.В., Кузьмин Н.М., Савина В.С. Использование химико-физических методов в предупреждении и раскрытии преступлений. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1980.

3. Владимиров С.В., Зибров Г.С., Кузьмин Н.М. Вещества-маркеры химических ловушек. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1983.

4. Владимиров С.В., Зибров Г.С., Кузьмин Н.М. Модификация и исследование базовых смесей специальных химических веществ. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1982.

5. Владимиров С.В., Зибров Г.С. Мазеобразные композиции веществ-маркеров для спецсредств. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1985.

6. ГОСТ 9390–60. Красители органические, полупродукты, текстильно-вспомогательные вещества. Методы испытаний.

7. Дубровин С.В., Кузьмин Н.М. Новые специальные химические вещества для аппаратов БХСС и уголовного розыска. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1980.

8. Зайдель А.Н., Прокофьев В.К., Райский С.М. и др. Таблицы спектральных линий: Справочник. – М., 1977.

9. Колосова В.М., Митричев В.С., Одиноккина Т.Ф. Спектральный анализ при исследовании вещественных доказательств. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1974.

10. Корнеев В.А., Мокроусов А.А., Ануфриев М.В. Атлас спектральных линий для импульсной искры LMA и спектрографа PGS-2. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

11. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

12. *Понкратов К.В., Любецкий Г.В., Макаров М.А.* Экспертное исследование специальных химических веществ комплекта маркирующих средств «Огонек». – М.: ЭКЦ МВД России, 2003.

13. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».

## **ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

*И.И. Донцова, И.А. Касьянова, А.А. Мокроусов, В.А. Питрюк*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи**

Установление вида металлов и сплавов при исследовании физико-химическими методами.

Сравнительное исследование объектов из металлов и сплавов.

### **Объекты исследования**

Металлические объекты (металлы; сплавы; изделия из металлов и сплавов; фрагменты изделий из металлов и сплавов; микрочастицы металлов и сплавов; наслоения металлов и сплавов на предметах-носителях).

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Относится ли материал объекта, представленного на экспертизу, к металлам (сплавам)?

Каков качественный элементный состав металла (сплава), из которого изготовлен объект, представленный на экспертизу?

Каково количественное содержание основных компонентов сплава, из которого изготовлен объект, представленный на экспертизу?

Является ли частица, извлеченная из раны пострадавшего, металлической? Если да, то из какого металла (сплава) она выполнена?

Имеются ли наслоения металла или следы металлизации на поверхностях предметов, представленных на экспертизу?

## **Сущность методики**

Выявление, анализ и оценка комплекса признаков, характерных для конкретных видов металлов и сплавов.

Установление возможных областей применения.

## **Подзадачи**

Установление природы объекта.

Установление элементного состава металла или сплава.

Установление возможной области применения металла, сплава или изделия из них.

## **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Решение вопроса об установлении природы объекта основано на выявлении индивидуальной совокупности его морфологических признаков, физических и химических свойств, а также элементного состава.

## **Оборудование<sup>1</sup>, инструменты и материалы**

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Цифровой фотоаппарат.

Бинокулярный микроскоп для исследований в отраженном свете (в комплекте с видеокамерой, кольцевым осветителем, ПК, программным обеспечением, цветным принтером, ИБП).

Весы лабораторные электронные технические (точность – 0,01 г).

Весы аналитические (точность – 0,0001 г).

Рентгенофлуоресцентный спектрометр (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Спектрограф с генератором и цифровой регистрацией сигнала (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Анализатор атомно-эмиссионных спектров МАЭС (или его аналог).

Атомно-абсорбционный спектрометр (в комплекте с набором ламп, ПК, программным обеспечением, ИБП).

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Электронный сканирующий микроскоп с приставкой для микроспектрального анализа (в комплекте с расходными материалами, ПК, программным обеспечением).

---

<sup>1</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь действующее свидетельство о поверке.

Микрофотометр.

Сушильный шкаф.

Муфельная печь.

Микроволновая печь для растворения объектов.

Дистиллятор.

Бидистиллятор (или деионизатор).

Электрическая плитка.

Холодильник бытовой.

Таблеточный пресс.

Ультразвуковая ванна.

Ступки керамические, агатовые (с пестиками).

Штангенциркуль, линейка.

Постоянный магнит.

Твердомер.

Скальпели, пинцеты, препарировальные иглы, шпатели.

Лабораторная посуда (чашки Петри различных диаметров, колбы, стаканы, цилиндры, бюксы, пипетки, бюретки, фарфоровые тигли и др.).

Респиратор марлевый; перчатки резиновые и термостойкие; моющие средства; бумага «вагман».

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

Справочные материалы (литература, базы данных, доступ в Интернет).

Коллекция паспортизированных образцов металлов и сплавов, стандартные растворы металлов для калибровки приборов.

Химические реактивы и расходные материалы (кислоты, щелочи, графитовые электроды, одноразовая химическая посуда и др.).

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы, дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений и разрешений для производства экспертизы<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> В случае отсутствия разрешения на частичное видоизменение или частичное уничтожение вещественных доказательств – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

Осмотр упаковки вещественных доказательств: целостность, наличие оттисков печатей, штампов, пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях. Фотографирование упаковки.

Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>. Фотографирование объектов (при необходимости – отдельных участков объектов).

Визуальный осмотр объектов, сравнительных и контрольных образцов.

Предварительное исследование для установления природы объектов:

морфологических признаков – визуально, микроскопическим исследованием, сравнением с имеющимися стандартными образцами;

ферромагнитных свойств – с помощью постоянного магнита;

дополнительных признаков – неразрушающими экспресс-методами (рентгенофлуоресцентный и др.).

Установление, выполнены ли объекты из одного металла<sup>2</sup> (сплава<sup>3</sup>), либо разные части объектов выполнены из различных материалов (например, покрытия, вставки и др.).

Установление массы объектов<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения, оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>2</sup> Металлы – группа элементов, обладающая характерными металлическими свойствами (высокой тепло- и электропроводностью, положительным температурным коэффициентом сопротивления, высокой пластичностью и металлическим блеском).

<sup>3</sup> Сплав – макроскопически однородный металлический материал, состоящий из смеси двух или большего числа химических элементов с преобладанием металлических компонентов. Сплавы состоят из основы (одного или нескольких металлов), малых добавок, специально вводимых в сплав легирующих и модифицирующих элементов, а также из неудаленных примесей (природных, технологических и случайных).

<sup>4</sup> В случае несоответствия массы объекта массе, указанной в постановлении о назначении экспертизы, – составление акта комиссионного взвешивания с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу.

Описание объектов.

Определение схемы исследования и последовательности действий (в зависимости от поставленных вопросов и аналитического оборудования, имеющегося в лаборатории).

### ***Проведение исследования***

1. Подготовка объектов к отбору проб для исследования элементного состава.

Очищение поверхностей исследуемых объектов от наслоений<sup>1</sup> краски, окислов, загрязнений и др. (способ очистки выбирается в зависимости от степени загрязнения либо свойств поверхностных слоев – обработка шлифовальной шкуркой, напильником, абразивным кругом и т.д.).

Окончательная очистка участка объекта – протирка ватным тампоном, смоченным в изопропиловом спирте квалификации не ниже «чда».

2. Подготовка проб для анализа.

Отбор проб от объектов должен исключать возможность загрязнения пробы материалом инструмента. В случае немонолитных изделий (наличие вставок, покрытий – серебрение, хромирование и т.д.) при необходимости установления качественного состава и количественного содержания элементов в каждом материале пробы отбираются от каждого слоя (элемента) отдельно.

Особое внимание уделяется репрезентативности (представительности) отбираемых проб для объекта в целом, если есть основания подозревать неравномерность монолитного объекта по элементному составу (например, слитки металла, выполненные кустарным способом).

Методика отбора проб, их масса, количество и способ подготовки к анализу зависят от выбранного метода определения элементного состава объекта:

---

<sup>1</sup> Исследования поверхностных наслоений иного происхождения осуществляются экспертами соответствующей специализации.

Аналитический метод	Подготовка проб для анализа
Эмиссионный спектральный анализ	Аналитическая навеска вещества объекта помещается в кратер угольного электрода для сжигания
Рентгенофлуоресцентный анализ <sup>1</sup>	В случае необходимости – очистка поверхности
Атомно-абсорбционный анализ	Аналитическая навеска вещества объекта растворяется в аликвотном количестве кислоты или смеси кислот
Сканирующая электронная микроскопия с микроанализом	При необходимости – очистка поверхности
Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой	Аналитическая навеска вещества объекта растворяется в аликвотном количестве кислоты или смеси кислот

3. Определение качественного элементного состава объектов аналитическими методами (согласно руководству по эксплуатации конкретных моделей оборудования).

Исследование качественного элементного состава объектов и количественного содержания элементов проводится в количестве параллельных повторностей, рекомендованном для конкретного метода анализа.

4. Установление количественного содержания элементов в объектах безэталонными методами анализа (безэталонная методика ЭСА, метод фундаментальных параметров в РФА) или построением калибровок с использованием паспортизированных стандартов (или стандартных растворов).

При необходимости отнесения исследованного объекта к какой-либо группе (сплав черных или цветных металлов, ювелирный сплав, сплав технического назначения, бытовое изделие, изделие технического назначения и др.) полученные данные сопоставляются со справочными данными (специальная литература, базы данных), имеющимися в распоряжении эксперта [14, 19, 20].

---

<sup>1</sup> Если объект может быть расположен над окошком спектрометра, то проба от него не отбирается.

### Формулирование выводов эксперта

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при установлении всей совокупности признаков (морфологических признаков, физических свойств, элементного состава основы и содержания легирующих компонентов<sup>1</sup>), указывающих на принадлежность исследованного объекта к конкретному виду металлов или сплавов, либо идентичности указанных признаков при проведении сравнительного исследования.

#### *Примеры.*

Кольцо, изъятое у гр-на Н., изготовлено из ювелирного сплава на основе драгоценного металла золота. Содержание золота в сплаве – 58,5 %<sub>масс.</sub>, что соответствует 585 пробе.

Слиток, добровольно выданный гр-ном Е., выполнен из сплава на основе свинца. В материале слитка также обнаружено олово. Содержание свинца – 90 %<sub>масс.</sub>, олова – 10 %<sub>масс.</sub>. Драгоценных металлов в составе слитка не выявлено.

Категорический отрицательный вывод формулируется при установлении отличий в морфологических признаках, физических свойствах и элементном составе основы и легирующих компонентах исследованных объектов, обусловленных их различием.

*Пример.* Фрагмент проволоки, изъятый из багажника автомобиля, принадлежащего гр-ну Д., и фрагмент проволоки со склада организации «Т.» различаются по морфологическим признакам и качественному элементному составу материалов, из которых они изготовлены.

Следов металлизации на режущей части ножа от контакта с жилами провода не обнаружено.

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных признаков, а также при использовании справочных источников, не имеющих официально подтвержденного статуса.

*Пример.* Фрагмент арматуры, обнаруженный в лесополосе, мог составлять единое целое как с арматурой, изъятой с места происшествия, так и с любой другой арматурой, изготовленной из такого же сырья и при тех же условиях.

---

<sup>1</sup> Легирование – добавление в состав материалов примесей для изменения (улучшения) физических и химических свойств основного материала.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

- объект имеет неметаллическую природу происхождения;
- масса объекта недостаточна для проведения исследования конкретным методом либо для решения конкретной задачи;
- отсутствие разрешения на нарушение целостности объекта.

### Литература

1. *Аграфенин А.В., Одиночкина Т.Ф.* Экспертное исследование изделий из железоуглеродистых сплавов по элементному составу. – Ч. 1 (Методом эмиссионного спектрального анализа). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1980.
2. *Аграфенин А.В., Одиночкина Т.Ф.* Экспертное исследование изделий из железоуглеродистых сплавов по элементному составу. – Ч. 2 (Методом атомно-абсорбционного анализа). – М.: ВНИИ МВД СССР, 1980.
3. *Ануфриев М.В., Донцова И.И., Корнеев В.А., Одиночкина Т.Ф.* Экспертное исследование никеля и кобальта. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.
4. *Ануфриев М.В., Донцова И.И., Корнеев В.А., Одиночкина Т.Ф.* Экспертное исследование сплавов на основе металлов платиновой группы. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.
5. *Благородные металлы: Справочник.* – М., 1984.
6. *Бутрименко Г.Г., Донцова И.И., Зорин Ю.В.* Серебро. Титрометрическое определение пробности. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1986.
7. *Бутрименко Г.Г., Донцова И.И., Зорин Ю.В.* Экспертное исследование серебра методами спектрального анализа. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1988.
8. *Васильева Е.В., Волкова Р.М., Захарова М.И. и др.* Платина, ее сплавы и композиционные материалы. – М., 1980.
9. *Жаров Е.А., Аграфенин А.В.* Диагностики и идентификации марок медных сплавов по элементному составу. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.
10. *Зайдель А.Н., Прокофьев В.К., Райский С.М. и др.* Таблицы спектральных линий: Справочник. – М., 1977.
11. *Зорин Ю.В., Донцова И.И., Щербаков К.Г.* Комплексное криминалистическое исследование самородного золота с целью определения района его добычи. – М.: ЭКЦ МВД России, 1995.

12. *Зорин Ю.В., Михайлова Л.В., Николаева Л.А.* Самородное золото России (Атлас). – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.

13. *Колосова В.М., Митричев В.С., Одиночкина Т.Ф.* Спектральный анализ при исследовании вещественных доказательств. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1974.

14. Комплектующие изделия, содержащие драгоценные металлы: Справочник. – М., 1994.

15. *Корнеев В.А., Иванов В.К., Одиночкина Т.Ф. и др.* Метод безэталонного эмиссионного спектрального анализа в криминалистической судебно-экспертной и судебно-медицинской практике // Журнал прикладной спектроскопии. – М., 1990. – Т. 52. – № 4.

16. *Корнеев В.А., Мокроусов А.А., Ануфриев М.В.* Атлас спектральных линий для импульсной искры LMA и спектрографа PGS-2. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996.

17. *Корнеев В.А., Пчелинцев А.М., Ивченко Е.А.* Криминалистическое исследование золото-серебряно-медных сплавов с помощью безэталонного микроспектрального анализа. – М., 1983.

18. *Корнеев В.А., Пчелинцев А.М.* Установление родовой (групповой) принадлежности чугунов и легированных сталей с помощью безэталонного микроспектрального анализа. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1981.

19. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. – М., 1989.

20. Металлы и сплавы: Справочник / Под ред. Ю.П. Солнцева. – СПб., 2003.

21. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

22. *Пчелинцев А.М., Корнеев В.А., Калинина Н.А.* Экспертное исследование свинцовых сплавов методом количественного безэталонного спектрального анализа. – М., 1983.

23. *Савицкий Е.М., Полякова В.П., Горина Н.Б., Рошан Н.Р.* Металловедение платиновых металлов. – М., 1975.

24. *Хаяк Г.С., Куранов А.А., Чебыкин М.А.* Промышленные изделия из благородных металлов. – М., 1985.

## **ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАРКИРОВОЧНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ МЕТАЛЛОВ, ПОЛИМЕРНЫХ И ИНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*И.И. Донцова, С.В. Немцов*

ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Восстановление содержания рельефных изображений на поверхности изделий, подвергшихся химическому или физическому воздействию.

### **Объекты исследования**

Рельефные изображения маркировочных обозначений на поверхности изделий (металлических, полимерных, деревянных).

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Имеются ли на поверхностях представленного объекта какие-либо знаки или символы маркировочных обозначений? Если имеются, то какие?

Подвергались ли изменению знаки или символы маркировочного обозначения на поверхности объекта, представленного на экспертизу?

Являются ли знаки или символы маркировочного обозначения на поверхностях представленного объекта первичными?

Каково содержание первичного маркировочного обозначения на поверхностях объекта, представленного на экспертизу?

Самодельным или заводским способом нанесены знаки или символы маркировочных обозначений на поверхностях объекта, представленного на экспертизу?

### **Сущность методики**

Восстановление первичных изображений знаков или символов маркировочных обозначений: на металлических объектах – за счет различной скорости травления химическими реактивами; на полимерных и деревянных объектах – за счет отличия характера набухания уплотненных и неуплотненных слоев материала.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Наличие на поверхностях различных изделий из металлов, полимерных, древесных и иных материалов участков с имеющимися, не полностью удаленными или измененными рельефными изображениями знаков или символов маркировочных обозначений.

Наличие на исследуемых поверхностях признаков, указывающих на возможное удаление и изменение знаков или символов маркировочных обозначений.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Компьютер, сканер, принтер, программное обеспечение.

Экспертная лупа с источником света.

Микроскоп.

Магнит.

Источник постоянного тока.

Линейка.

Пинцет.

Магнитный порошок.

Вата.

Пластилин.

Глина.

Вазелин.

Бесцветный целлюлозный лак (5%-й раствор целлулоида в ацетоне).

Абразивные инструменты и материалы: напильники; надфили; наждачная бумага различной зернистости; абразивный резиновый круг; войлочный круг; паста ГОИ.

Растворители: дихлорэтан; четыреххлористый углерод; трихлорэтилен; формалин; хлороформ; ацетон; сероуглерод; бензол; диметилформамид; бензин; циклогексан; скипидар.

Химические реактивы: едкий натр; олеиновая кислота; жидкое стекло; бура; азотнокислый калий; поваренная соль; дистиллированная вода; серная кислота; соляная кислота; плавиковая кислота; молибденовокислый аммоний; глицерин; уксусная кислота; окись хрома; серно-кислый натр; желатин; сернокислая медь; сульфат меди; спирт этиловый; двухромовокислый калий; медь хлористая; пикриновая кислота.

Керосин.

Машинное масло.

Оружейная смазка.

Магнитный дактилоскопический порошок (магнетит).

Фотоаппаратура и фотоматериалы.

Устройства цифровой записи.

### **Последовательность действий эксперта**

1. Ознакомление с постановлением (определением) о назначении экспертизы.

2. Осмотр, описание упаковки объектов исследования и при необходимости ее фотографирование; установление ее целостности и наличия оттисков печатей, штампов, соответствующих пояснительных надписей. Вскрытие упаковки и установление соответствия объектов, представленных на экспертизу, их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

3. Общий и детальный осмотр объектов исследования; измерение их линейных параметров.

Фотографирование общего вида объектов исследования по правилам масштабной криминалистической фотосъемки.

4. Визуальный осмотр и микроскопическое исследование поверхностей каждого объекта для выявления комплекса признаков, указывающих на участок поверхности объекта с имеющимися (не удаленными) знаками или символами маркировочного обозначения, а также с частично или полностью удаленными знаками или символами маркировочного обозначения:

неровности или волнистость поверхности исследуемого объекта на участке расположения маркировочного обозначения;

следы воздействия на поверхность абразивным, слесарным и др. инструментом (трассы, борозды, шероховатость, заусенцы, углубления, наплывы цвета побежалости, вмятины и др.);

фрагменты знаков или символов первичной маркировки, проступающие сквозь заново набитую маркировку;

отличие конфигурации (начертания), способа нанесения некоторых знаков или символов от остальных знаков маркировки;

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – их прием (либо отправка без исполнения) в соответствии с порядком, установленным нормативно-правовыми актами, регламентирующими деятельность государственных судебно-экспертных учреждений Российской Федерации.

наличие на маркировочной площадке (в зоне расположения или вероятного расположения знаков или символов) изъянов поверхности в виде мелких раковин, углублений, пятен, следов воздействия агрессивными жидкостями;

наличие дополнительных штрихов и двоячности в начертании знаков или символов маркировочного обозначения.

Установление факта и способа удаления знаков или символов первичной маркировки.

Изучение характера следов, имеющих на поверхности изделия (определение особенностей технических средств, использованных для удаления или изменения маркировки).

Определение размеров и конфигурации знаков или символов маркировочного обозначения (цифр и/или букв), глубины их пробивки и взаимного расположения относительно друг друга (межзнакового расстояния).

Фотографирование выявленного участка поверхности исследуемого объекта по правилам детальной криминалистической фотосъемки (внешний вид поверхности исследуемого объекта на момент поступления на экспертизу) при тщательном подборе освещения и режимов фотосъемки поверхности исследуемого объекта, обеспечивающего четкость визуального восприятия следов механического воздействия инструмента, использованного для удаления маркировочных обозначений, а также фрагментов и знаков сохранившейся не полностью удаленной маркировки.

5. Определение природы материала исследуемого объекта и выбор рецептуры травящей смеси, органического растворителя и метода восстановления знаков маркировочного обозначения:

для металлических объектов – выбор рецептур травящих смесей и метода восстановления (химический или электрохимический);

для объектов из ферромагнитных сплавов – использование магнитной суспензии;

для объектов из полимерных материалов – подбор органического и неорганического растворителя с помощью ориентирующих капельных реакций;

для объектов из древесины – использование физических приемов: увлажнение водой или растворителем (для смолистых пород дерева); пропаривание.

6. Подготовка поверхности объекта исследования перед процессом восстановления:

очистка от внешних загрязнений, ржавчины, окислов, потожировых наслоений и др.;

удаление грубых механических дефектов (шлифовка);

полировка пастой ГОИ или алмазными пастами;

обезжиривание органическим растворителем (этанолом или изопропанолом).

7. Восстановление первичных изображений знаков маркировочных обозначений на поверхностях изделий из различных материалов.

7.1. Восстановление первичных изображений знаков маркировочных обозначений<sup>1</sup> на поверхностях изделий из сплавов на основе черных и цветных металлов проводят, предварительно определив основу материала сплава (железо, медь, алюминий) объекта исследования с учетом морфологических признаков сплава и результатов капельных цветных реакций. Для определения природы материала объекта исследования допускается использование различных приборов и приспособлений.

**Метод с использованием магнитной суспензии** (для ферромагнитных сплавов) основывается на том, что после намагничивания объекта исследования в месте, где могли располагаться знаки маркировки, величина остаточной намагниченности больше, чем в окружающей массе металла.

Метод имеет ряд достоинств: применяется без предварительной подготовки поверхности к исследованию; может быть повторен любое количество раз; после него могут быть применены другие методы восстановления; не приводит к необратимым изменениям внешнего вида исследуемого объекта. Если при использовании метода магнитных суспензий положительный результат не достигнут, то переходят к электрохимическому и химическому методам травления.

Магнитная суспензия, нанесенная на исследуемый участок поверхности объекта, осаждается и скапливается по контурам уничтоженных маркировочных обозначений.

Магнитная суспензия представляет собой коллоидный раствор – устойчивую взвесь частиц твердого вещества в жидкости. Готовится магнитная суспензия следующим образом: 450 мл 35–40%-го раствора едкого натра, разбавленного 1520 мл воды, и 1520 мл олеиновой кислоты подогревают раздельно, после чего в подогретую олеиновую кислоту при энергичном помешивании вливают 60 мл щелочи. Внача-

<sup>1</sup> При восстановлении знаков маркировки вначале применяются неразрушающие методы исследования с наименьшим воздействием на первоначальный вид объекта.

ле образуются хлопья, а потом при подогревании и размешивании в течение 45–60 мин образуется пастообразная масса. После остывания в теплую массу вводят 2 кг магнетита, а затем антикоррозионные вещества: жидкое стекло – 350 мл; бура – 210 г; азотнокислый калий – 70 г. Водную магнитную суспензию получают из пасты путем ее растворения в воде в соотношении 50–75 г пасты на 1 л воды.

В качестве магнитной суспензии можно использовать магнитную жидкость промышленного изготовления, представляющую собой коллоидную суспензию однодоменных ферромагнитных частиц, взвешенных в жидком носителе; особенностью таких магнитных жидкостей являются их устойчивость к расслоению и высокая намагниченность насыщения.

Процесс восстановления удаленного маркировочного обозначения состоит из следующих действий:

намагничивание исследуемого объекта (предпочтительно использовать комбинированное намагничивание; при этом продольное намагничивание осуществляется электромагнитом, а циркулярное – путем пропускания тока через исследуемый образец);

покрытие образца тонким слоем сухого магнитного порошка (либо суспензией порошка в жидкой дисперсной среде; например, в трансформаторном масле, керосине или в мыльном водном растворе с антикоррозийными добавками).

Магнитное поле для намагничивания объекта должно быть направлено поперек предполагаемого направления штрихов выявляемого обозначения (или под большим углом к нему).

Для выявления обозначений во внутренних слоях образца намагничивание необходимо производить с помощью постоянного магнитного поля (в противном случае происходит вытеснение магнитного потока к поверхности объекта, и внутренние слои металла при этом остаются ненамагниченными). Для обнаружения обозначений вблизи поверхности целесообразно использовать переменное магнитное поле промышленной частоты либо пульсирующее поле, получаемое выпрямлением переменного тока с помощью однополупериодного выпрямителя.

Для стальных изделий в закаленном состоянии нанесение порошка или суспензии необходимо производить после намагничивания объекта. Установление маркировочных обозначений в этом случае связано

с изменением остаточной намагниченности в местах расположения знаков маркировки. Для стали в сыром и отожженном состояниях определяют намагниченность, возникающую при наложении магнитного поля, поэтому порошок или суспензию наносят одновременно с намагничиванием изделия.

**Электрохимический метод** восстановления изображений удаленных знаков маркировки основывается на различной скорости растворения структурно измененных и структурно неизмененных участков металла. При электрохимическом методе травления растворение поверхностного слоя металла происходит под действием электрического тока в электролите.

Электрохимический метод применяется в нескольких вариантах:

1) объект, на поверхности которого необходимо восстановить утраченные знаки маркировочного обозначения, погружают в ванну с электролитом;

2) ванна искусственно создается из пластических материалов (пластилина, воска, стеарина, глины и др.) непосредственно на участке поверхности объекта, где необходимо выявить знаки маркировки;

3) при прямом контакте металлической поверхности исследуемого объекта, являющейся анодом, с ватным тампоном, смоченным электролитом, который служит катодом (электрополирование).

Перед началом электрохимического травления по *первому варианту* часть исследуемого объекта, которая будет погружена в электролит, покрывается антикоррозийной оболочкой, чтобы не подвергаться его действию; подготовленная к травлению поверхность, на которой будет производиться выявление маркировки, должна остаться открытой. Хорошим изоляционным материалом служит раствор целлулоида в ацетоне. Кроме этого, защитное покрытие поверхности может производиться расплавленным воском, стеарином или парафином, которые наносят кисточкой или непосредственно наливают на изолируемую поверхность. Защитный слой можно наносить на поверхность нагретого объекта или сам объект погружать в расплавленный парафин. В этом случае подготовленную к исследованию поверхность следует очистить от парафина и повторно обезжирить органическим растворителем.

В качестве ванны для погружения в электролит можно использовать стеклянный, фарфоровый или пластмассовый сосуд с достаточно

широкой горловиной (чтобы помещался исследуемый объект). В ванну наливают электролит – водный раствор солей или кислот. В качестве электролитов используют следующие растворы:

для изделий из сталей – 2%-й или 4%-й раствор хлористого натрия (2 г или 4 г поваренной соли на 100 мл дистиллированной воды);

для изделий из сталей, меди и ее сплавов – раствор серной кислоты (1 г концентрированной серной кислоты на 100 мл дистиллированной воды);

для алюминия и дюралюминия – раствор едкого натрия (1,5–2,5 г едкого натрия на 100 мл дистиллированной воды).

После приготовления электролита приступают к подготовке источника питания. В процессе восстановления на электродах должна поддерживаться постоянная сила тока 0,1–0,5 А при напряжении 3–6 В<sup>1</sup>. Если напряжение на электродах возрастает, то необходимое для восстановления время уменьшают; однако увеличивать напряжение выше 6 В не рекомендуется, так как это приведет к появлению интенсивных электролитических процессов, отрицательно влияющих на восстановление удаленных знаков маркировки. Для питания установки можно использовать переменный ток от сети, преобразовав его в постоянный с помощью понижающего трансформатора, выпрямителя и реостата. Для измерения напряжения и силы тока в электрическую цепь включают вольтметр и амперметр.

После подготовки исследуемого объекта, ванны с электролитом и источника тока собирают установку по схеме (рис. 1). Electroды закрепляют в обычном химическом штативе, лапки которого обертывают изоляционным материалом. Анод (объект исследования) и катод (свинцовая или медная пластинка размером 100 × 20 × 2 мм) зажимают вертикально в лапках штатива и помещают в ванну с электролитом параллельно друг другу на расстоянии 2,5–4 см. К объекту присоединяют положительный полюс источника тока, к пластинке – отрицательный. При включении электрического тока на катоде происходит обильное выделение газа, анод темнеет. Если восстановление ведется на поверхности объекта из сплава на основе железа, то через 3–4 мин появляются контуры восстанавливаемых знаков маркировки. Затем

---

<sup>1</sup> Электрические параметры процесса травления в значительной мере зависят от площади электрода.

знаки становятся более четкими и светлыми, так как фон темнеет. Через 5–6 мин необходимо источник тока отключить и, вынув изделие, удалить налет тампоном, смоченным спиртом. Затем место с выявленными знаками следует покрыть тонким слоем вазелина или оружейной смазки, что предохранит выявленные обозначения от коррозии и позволит сохранить их видимыми длительное время.

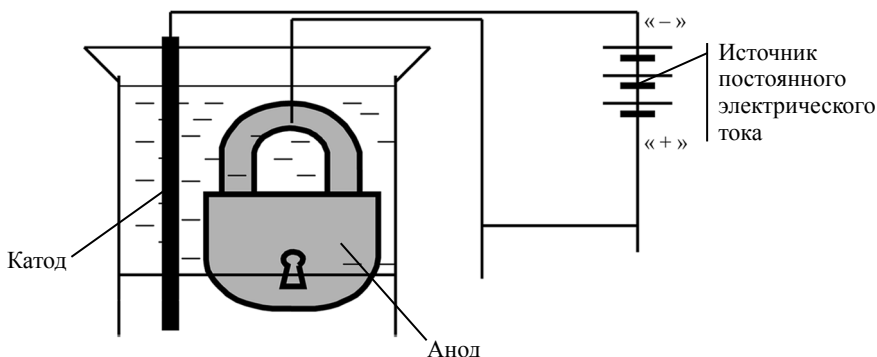


Рис. 1. Схема установки для электрохимического восстановления маркировочных обозначений на металлах

Когда на исследование поступают объекты больших размеров, используется метод электрохимического травления по *второму варианту* – электролитическую ванну создают на поверхности объекта в месте, где будет восстанавливаться маркировочное обозначение: вокруг него изготавливают бортик из пластического материала (пластилин, воск и др.) (рис. 2). Анодом служит изделие, а катодом – платиновая или медная проволока, закрепленная в бортике параллельно поверхности, подвергаемой травлению. В ванну наливают электролит

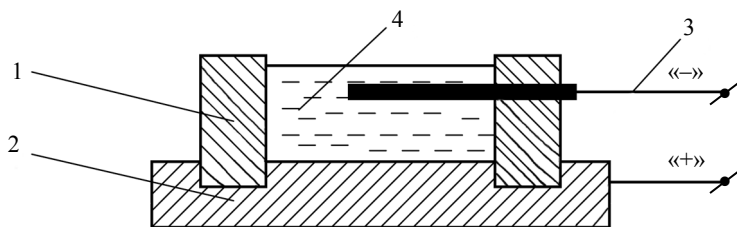


Рис. 2. Схема электролитической ванны, создаваемой на участке поверхности исследуемого объекта: 1 – бортик; 2 – объект исследования (анод); 3 – проволока (катод); 4 – электролит

и подводят ток. Условия восстановления и последующей обработки поверхности аналогичны условиям, используемым в первом варианте электрохимического травления с гальванической ванной.

Кроме электролитов, применяемых при травлении по первому варианту, используются 10–20%-й раствор соляной кислоты, плавиковая кислота различных концентраций, растворы молибденовокислого аммония различных концентраций, водный раствор сернокислого натрия различных концентраций, глицериновый раствор уксусной и азотной кислот (4 части глицерина, 1 часть концентрированной азотной кислоты, 1 часть концентрированной уксусной кислоты), водный раствор окиси хрома и сернокислого натрия (200 г окиси хрома; 15 г сернокислого натрия; 1000 мл дистиллированной воды).

Метод электролитического травления по *третьему варианту* без использования гальванической ванны (метод электрополирования) имеет определенные преимущества: дает возможность восстанавливать удаленные знаки маркировки на поверхности громоздких, трудно разбираемых объектов; позволяет непрерывно наблюдать за процессом восстановления; является простым по техническому исполнению; не требует значительных временных затрат; считается пригодным для восстановления маркировки на поверхности различных металлов и сплавов.

Техника электрополирования: к поверхности исследуемого объекта, подготовленной к восстановлению маркировки, присоединяют положительный полюс источника тока, а отрицательный полюс – к ватному тампону, смоченному электролитом (рис. 3). Обильно про-

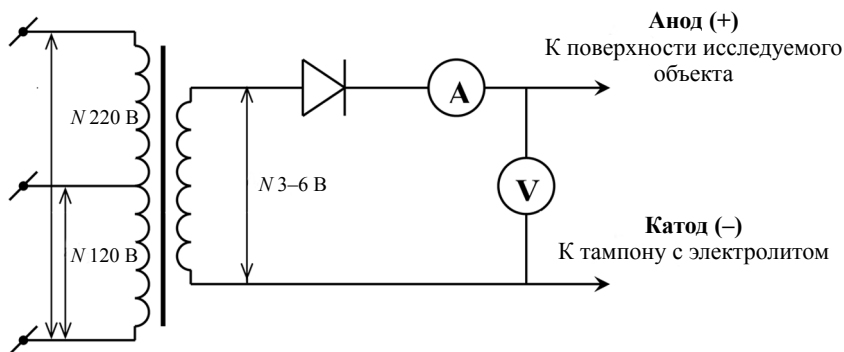


Рис. 3. Схема электрической цепи для восстановления удаленных маркировочных обозначений без использования ванны

питанным электролитом тампоном медленно водят по полируемой поверхности исследуемого объекта. Движение производят поперек восстанавливаемого участка равномерно, не задерживаясь на одном месте (во избежание образования углублений на отдельных участках); при этом следят за тем, чтобы тампон не пересыхал и не сильно покрывался окалиной (его следует чаще заменять и смачивать электролитом).

Состав электролита:

дистиллированная вода – 500 мл;

серная кислота (концентрированная) – 8–10 мл;

желатин – 1 г;

сернокислая медь – 1 г.

Если исследуемый объект является ферросплавом или изображение на его поверхности восстанавливается с трудом, то добавляется сульфат меди.

Для замедления или активизации процесса травления уменьшают или увеличивают силу тока. Это необходимо делать, если тампон быстро высыхает и при его перемещении по поверхности изделия слышится потрескивание. Если при движении тампона не происходит слабого «кипения» (выделения пузырьков газа), то следует увеличить силу тока (укоротить провод или присоединить к источнику питания еще одну батарейку). Когда источником питания является постоянный ток, полученный преобразованием от сети переменного тока, необходимо следить, чтобы в ходе восстановления напряжение не превышало 6 В, а сила тока – 0,5 А.

После восстановления маркировочных обозначений участок, где они расположены, промывают водой или органическим растворителем и покрывают слоем оружейного или машинного масла.

**Химический метод**, применяемый для восстановления удаленных маркировочных обозначений, представляет собой процесс травления (растворения) поверхностного слоя металла (сплава), из которого изготовлен объект, с помощью различных реактивов (травящих смесей, травителей) в зависимости от природы исследуемого объекта. Метод основан на том, что участки металла (сплава), в которых произошли структурные изменения, обладают химической активностью, отличающейся от активности окружающей их массы металла, которая не подвергалась пластической деформации и термическому воздействию. В результате неравномерного растворения металла на поверхности объекта появляются рельефные и отличающиеся по цвету контуры удаленных знаков маркировочного обозначения.

Для травления поверхности изделий из сталей используются следующие смеси (составляются непосредственно перед применением).

Смесь № 1:

азотная кислота (концентрированная, 65 %) – 1 часть;  
уксусная кислота (концентрированная, 70–80 %) – 1 часть;  
спирт этиловый (96 %<sub>об.</sub>) – 2 части.

Смесь № 2:

3–5%-й раствор двуххромовокислого калия в 60–96%-й серной кислоте (соотношение выбирается экспериментально, исходя из наилучшего воздействия на материал образца исследования).

Смесь № 3:

соляная кислота (концентрированная, 36–38 %) – 8 частей;  
спирт этиловый (96 %<sub>об.</sub>) – 5 частей;  
медь хлористая (CuCl<sub>2</sub>) – 1 часть;  
дистиллированная вода – 6 частей.

Смесь № 4:

серная кислота (20–30 %).

Смесь № 5:

азотная кислота (концентрированная).

Смесь № 6:

пикриновая кислота (30%-й спиртовой раствор).

Техника травления смесью № 1:

участок поверхности исследуемого объекта огораживают с четырех сторон бортиком из пластического материала (пластилина); в полученную ванночку наливают смесь № 1 с тем расчетом, чтобы она покрывала поверхность металла слоем в 2–3 мм; с момента вливания смеси на исследуемой поверхности начинается процесс восстановления, длительность которого зависит от химического состава стали и глубины повреждений, нанесенных при удалении маркировочных обозначений (как правило, действие смеси становится заметным в течение первых десяти минут; если этого не происходит и процесс восстановления затягивается, то непрореагировавшую смесь удаляют с поверхности фильтровальной бумагой и заменяют ее свежей; при необходимости процедуру повторяют до получения результата); участок поверхности после травления покрывается черным налетом – смесью продуктов реакции металла с кислотами; налет удаляют ватным тампоном, увлажненным водой, затем поверхность промывают тампоном с этиловым спиртом (после такой обработки улучшается четкость изображения выявленных маркировочных обозначений).

Смеси № 2 и № 3 применяются при восстановлении маркировочно-го обозначения на нагретых участках поверхности стальных изделий.

Техника травления смесями № 2 и № 3:

отшлифованный участок поверхности металла нагревают до 200–220 °С (степень нагрева определяется по образованию на поверхности металла желтоватой окраски), полируют до зеркальной поверхности, обезжиривают органическим растворителем и на еще теплый металл наносят одну из указанных смесей; по мере выявления обозначений маркировки поверхность объекта несколько раз фотографируют (нередки случаи, когда в процессе травления выявленные обозначения частично или полностью исчезают); по окончании травления исследуемый участок промывают водой или спиртом до полного удаления травящей смеси и высушивают; для сохранения восстановленных маркировочных обозначений их покрывают слоем оружейной смазки или бесцветного целлюлозного лака (5%-й раствор целлулоида в ацетоне).

При подготовке к восстановлению поверхности изделий из алюминия и его сплавов необходимо учитывать, что сплавы алюминия мягкие, поэтому при полировке поверхности царапины могут забиваться металлической пылью. При проведении травления царапины вновь проявляются, что мешает распознаванию восстановленных обозначений маркировки. В таком случае следует повторно полировать поверхность и обезжиривать.

На подготовленную поверхность наносят капилляром 30%-й раствор едкого натра так, чтобы был покрыт весь участок, где предполагается наличие маркировочных обозначений. При этом наблюдается растворение металла с обильным выделением пузырьков водорода. Как только реакция замедляется, раствор с поверхности металла удаляют фильтровальной бумагой или ватой и заменяют свежим, повторяя процесс до восстановления маркировки (в процессе реакции на поверхности исследуемого объекта можно наблюдать появление отдельных знаков или символов).

После травления на поверхности обрабатываемого участка образуется налет алюмината натрия черного цвета, мешающий прочтению восстановленного изображения, поэтому после удаления с поверхности объекта очередной порции раствора щелочи окислившуюся поверхность протирают ватным тампоном.

По окончании восстановления участок поверхности с выявленными обозначениями промывают водой до полного удаления щелочи (проверку осуществляют индикаторной бумагой).

Для алюминия и его сплавов не рекомендуется применять щелочи с концентрацией менее 25 %, так как процесс восстановления при этом протекает очень медленно; если обработку поверхности металла производить более концентрированной щелочью (свыше 35–40 %), то на поверхности объекта образуется стойкая пленка гидроокиси, препятствующая и фактически приостанавливающая процесс травления в целом.

Помимо едкого натра для химического травления поверхностей изделий из сплавов алюминия в целях восстановления маркировочных обозначений хорошие результаты могут быть получены при применении следующих соединений:

15–30%-й водный раствор соляной кислоты (концентрация 36–38 %);

25–35%-й водный раствор едкой щелочи;

смесь соляной кислоты (концентрация 36–38 %) – 40 мл; азотной кислоты (концентрация 65 %) – 40 мл и дистиллированной воды – 150 мл;

20–30%-й раствор азотной кислоты в дистиллированной воде.

Восстановление маркировочных обозначений на изделиях из меди и ее сплавов осложнено тем, что знаки или символы маркировки, как правило, очень мелкие, и структурное изменение металла на участках, где они нанесены, происходит на небольшую глубину. Поэтому при удалении маркировки, которое обычно производится выскабливанием острым предметом (нож, игла и др.), легко снимается слой металла, за пределами которого нет изменений его структуры. На участке нанесения маркировки остаются глубокие борозды, углубления, многочисленные мелкие царапины, в связи с чем выявление удаленных обозначений на поверхности медных изделий затруднено или невозможно.

Подготовку поверхности проводят осторожно, чтобы не снять «лишнего» слоя металла. Начинают ее непосредственно с полировки, не прибегая к шлифовке (рекомендуется удалять лишь борозды и царапины, мешающие выявлению). После полировки поверхность протирают органическим растворителем и подвергают травлению азотной кислотой концентрации от 20 до 30 %.

Если в сплаве увеличено содержание цинка (латунь), то к азотной кислоте необходимо добавить соляную кислоту в соотношении 2:1 или использовать азотную кислоту большей концентрации – 50–60 %.

Если в процессе восстановления появляются штрихи, мешающие прочитать маркировку, то их полируют отдельно, не затрагивая остальной площади исследуемой поверхности.

Иногда выявление маркировочных обозначений производят в несколько приемов, условно поделив исследуемую поверхность на участки. Каждый участок зачищают и травят отдельно, причем фиксацию восстановленных обозначений также делают отдельно (по мере их выявления). После проведения травления каждого участка поверхности и фотофиксации восстановленных обозначений всю площадь исследуемой поверхности, подвергавшуюся обработке, промывают водой и насухо протирают ватным тампоном.

Восстановление знаков и символов на поверхности изделий из золота и его сплавов основано на принципах химического травления поверхностного слоя. Подготовка поверхности, процесс выявления и фиксирования восстановленных маркировочных обозначений проводятся так же, как на поверхности изделий из сталей, алюминия и меди. В качестве реактива травления используется «царская водка» – смесь азотной (концентрация 65 %) и соляной (концентрация 36–38 %) кислот в соотношении 1:3.

7.2. Восстановление первичных изображений знаков маркировочных обозначений на поверхности изделий из полимерных материалов проводят путем физико-химического воздействия на материал объекта исследования с помощью органических и неорганических растворителей, которые часто подбираются опытным путем непосредственно при выполнении исследования<sup>1</sup>. Проводят ориентирующие капельные пробы на участках поверхности исследуемого объекта вне зоны маркировочных обозначений.

В качестве органических растворителей чаще всего используются следующие:

для полистирола – дихлорэтан, четыреххлористый углерод, трихлорэтилен; бензол, гексан, толуол и система дихлорэтан–четырёххлористый углерод в соотношении 1:1 по объему с временем воздействия 4–6 мин. Процесс восстановления рекомендуется проводить непосредственно на поверхности, изготовив вокруг исследуемого участка ванночку из пластилина. Растворитель заливать в количестве 3–6 мм от поверхности материала. В некоторых растворителях, в частности, при использовании дихлорэтана и диметилформамида, происходит растворение пластилина, поэтому в этих случаях травление проводят, помещая исследуемый объект в фарфоровую чашку;

---

<sup>1</sup> Прежде чем приступить к восстановлению удаленных обозначений, необходимо изучить физико-химические свойства материала, из которого изготовлен исследуемый объект, что дает возможность правильно подобрать реактив-растворитель и установить время его воздействия на полимер.

для органического стекла – трихлорэтилен, формалин, дихлорэтан, хлороформ, ацетон (перед проведением процесса травления полимер необходимо подогреть; восстановление проводят с помощью ватного тампона, смоченного растворителем, следя за тем, чтобы поверхность материала находилась в контакте с реактивом-растворителем непродолжительное время, в противном случае произойдет размягчение материала, что приведет к отрицательному результату восстановления);

для эбонита – трихлорэтилен (время восстановления – 10–15 мин); участки поверхности, подлежащие восстановлению, смачивают ватным тампоном с реактивом, после чего поверхность освещают УФ-лучами; восстановленные знаки люминесцируют зеленым светом, что позволяет их зафиксировать;

для вулканизированной фибры – трихлорэтилен (время воздействия – около двух часов);

для фторопласта – диметилформамид;

для резины – бензин (время воздействия – 10–15 мин);

для винилпласта, текстолита – смесь растворителей: ацетон – 85 мл; циклогексан – 5 мл; бензол – 10 мл.

Перечень других растворителей, воздействующих на тот или иной полимер, изложен в приложении 5 к Информационному письму ЭКЦ МВД России [4].

Выявленные изображения хорошо читаются в косо падающих лучах и, как правило, люминесцируют в УФ-лучах. На некоторых полимерах восстановленные маркировочные обозначения исчезают после испарения растворителя; в этом случае положительный результат может быть достигнут после протирания участка поверхности с выявляемым обозначением ватным тампоном, смоченным скипидаром (как правило, это позволяет увеличить контраст изображения).

Контраст и четкость изображения маркировочных обозначений, выявленных на полимерных материалах, значительно ниже, чем на металлах; это связано с отсутствием у полимеров кристаллической структуры и более низкой твердостью – различие в плотности материала в месте расположения знаков маркировки и в остальной массе материала незначительно, что приводит к низкому контрасту и нечеткости контуров знаков, выявленных на поверхности полимеров, либо к отрицательному результату восстановления.

7.3. Восстановление первичных изображений знаков маркировочных обозначений на поверхности изделий из дерева проводят с учетом

способа их нанесения: с помощью холодной или горячей штамповки, выжиганием или вырезанием<sup>1</sup>, что определяется с помощью визуального исследования в УФ-лучах. При горячей штамповке или выжигании (термическое нанесение) люминесценция знаков маркировки отличается по цвету и интенсивности от люминесценции окружающей массы древесины. Это отличие может быть настолько велико, что позволяет выявить удаленные обозначения без дополнительных экспертных приемов. При холодной штамповке в местах расположения маркировки происходят уплотнение древесины, разрушение и искривление волокон на значительную глубину, что обуславливает способ восстановления удаленных обозначений: место нанесения обозначений увлажняют и пропаривают утюгом или паяльником, нагретым до температуры 200–250 °С (пропаривание производят с помощью ватного тампона, обильно смоченного водой; утюг или паяльник прикладывают к тампону без усилия). Сильно нагретые пары воды воздействуют на древесину, вследствие чего деформированные волокна «расправляются» и уничтоженные знаки маркировки проступают в виде выпуклых рельефных изображений; ранее скрытое изображение становится читаемым. Если в результате однократного пропаривания знаки маркировки не выявляются, то процедуру необходимо повторить. При восстановлении обозначений на древесине из смолистых пород необходимо перед проведением процесса увлажнить поверхность органическим растворителем (этанолом, эфиром, ацетоном и т.д.) для растворения смолы, мешающей набуханию и «расправлению» волокон.

8. Визуальный осмотр поверхности исследуемого объекта для обнаружения выявленных знаков, символов маркировочных обозначений или их фрагментов. Фотографирование выявленных знаков (или их фрагментов) по правилам детальной криминалистической фотосъемки.

Фотоснимки располагают по тексту заключения эксперта или в фототаблице. Если удалось восстановить первичные знаки маркировочных обозначений, то фотоснимок исследованной поверхности объекта дублируется и на втором экземпляре производится разметка восстановленных знаков (особенно необходимая при получении пре-

---

<sup>1</sup> Маркировочные обозначения, нанесенные методом вырезания, восстановить не представляется возможным, так как этот метод не оставляет в материале объекта информации о нанесенных знаках.

рывистых и не очень четких их контуров): выявленные контуры знаков маркировки обводятся с двух сторон красителем красного цвета с небольшим отступом (до 1 мм).

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

**Категорический положительный вывод** формулируется в случаях, когда в результате проведенного исследования полностью отобразились все знаки уничтоженного маркировочного обозначения или некоторые из них.

#### *Примеры.*

1. На поверхности представленного на исследование объекта обнаружено маркировочное обозначение в виде символа «☆» – знак завода-изготовителя (Тульский оружейный завод).

2. На поверхности представленного на исследование объекта обнаружено маркировочное обозначение в виде символа (пятиконечной звезды) – знак завода-изготовителя (Тульский оружейный завод), знаки маркировочных обозначений в виде цифры «1», цифр «234» и букв «АБ».

3. Пятый и седьмой знаки маркировочного обозначения были изменены путем снятия слоя материала и нанесения других знаков. Содержание первичного маркировочного обозначения представляло собой буквенно-цифровой ряд «ВГ78910».

4. Обнаруженные на поверхности объекта исследования маркировочные обозначения нанесены самодельным способом. Содержание первичного маркировочного обозначения представляло собой ряд цифр «26485».

**Категорический отрицательный вывод** формулируется в случаях, когда в результате проведенного исследования выявить первоначальные знаки маркировочного обозначения или их фрагменты не представлялось возможным, а также в случаях, когда знак маркировочного обозначения отобразился в виде незначительного фрагмента, не позволяющего трактовать его как конкретный знак или символ маркировочного обозначения.

#### *Примеры.*

1. На поверхностях представленного на исследование объекта каких-либо знаков или символов маркировочных обозначений, а также их фрагментов выявлено не было.

2. На поверхностях представленного на исследование объекта выявлены знаки маркировочного обозначения в виде цифр «\*0» и «123456» (символом «\*» обозначен знак, выявить который не представлялось возможным).

Вероятный вывод формулируется в случаях, когда в результате восстановления первоначальные знаки отобразились таким образом, что фрагменты их конфигурации имеют неоднозначную трактовку и могут принадлежать ряду знаков (цифр или букв) и символов маркировочного обозначения.

*Примеры.*

1. Обнаруженные признаки ... (перечисляются признаки) указывают на то, что поверхность исследуемого объекта подвергалась стороннему воздействию в целях ... (указываются цели воздействия – снятие слоя материала, забивание, вытравливание и т.д.). Данный факт может указывать на то, что на исследуемой поверхности могли находиться какие-либо знаки или символы маркировочных обозначений. Но утверждать это в категоричной форме не представляется возможным в связи с невыявлением знаков, символов или фрагментов первичной маркировки. На поверхностях объекта, представленного на исследование, могли находиться какие-либо знаки или символы маркировочных обозначений.

2. Обнаруженные признаки ... (перечисляются признаки) указывают на то, что поверхность исследуемого объекта в месте расположения маркировочных обозначений подвергалась стороннему воздействию, которое ее изменило. Выявленные следы могли остаться как в результате воздействия инструмента, так и вследствие естественного износа материала объекта исследования во время его эксплуатации. Ответить на поставленный вопрос в категоричной форме не представляется возможным в связи с невыявлением знаков, символов или фрагментов первичной маркировки.

3. На поверхностях объекта, представленного на исследование, выявлены знаки маркировочного обозначения в виде цифр «90» и «12\*456» (символом «\*» обозначен неразборчивый знак маркировочного обозначения, нижняя часть которого отобразилась в виде дуги; очертания неразборчивого знака позволяют предположить, что он мог представлять собой следующие цифры или буквы: «0», «3», «5», «6», «8», «9», «Б», «В», «З», «О», «С», «Э», «U», «D», «S», а также любой другой знак или символ, имеющий в своей нижней части элемент в виде дуги).

4. Невыявление маркировочных обозначений целиком, а также каких-либо частей или фрагментов знаков маркировочных обозначений, вероятно, является следствием снятия большого слоя материала с поверхности исследуемого объекта.

5. Обнаруженные на поверхности исследуемого объекта знаки маркировочных обозначений имеют признаки ... (перечисляются признаки), указывающие на самодельный способ их нанесения. Однако ответить на поставленный вопрос в категоричной форме не представляется возможным в связи с необнаружением признаков, указывающих на воздействие на материал

объекта исследования в целях удаления или частичного изменения знаков первичной маркировки. Знаки маркировочных обозначений, обнаруженные на поверхности исследованного объекта, могли быть нанесены как самодельным, так и заводским способом.

### Литература

1. *Баринова Л.В., Демина Э.Л.* Металлографическое травление металлов и сплавов. – М., 1986.
2. *Беккерт М., Клемм Х.* Способы металлографического травления. – М., 1988.
3. *Борисов А.П., Скобелева Г.А.* Выявление удаленных знаков на металлических и некоторых неметаллических предметах. – М., 1960.
4. *Козлов М.О., Маткин Н.Н.* Методы восстановления уничтоженных рельефных изображений на металлах и сплавах. – Волгоград, 1996.
5. *Лобов Н.А., Сергеев А.П.* Дополнительные возможности восстановления уничтоженных знаков на изделиях из металлов и пластмасс // Экспертная практика. – № 8. – М.: ЦКЛ МВД СССР, 1976.
6. *Немцов С.В., Лапшина С.Н., Титова Т.Ю.* Исследование маркировочных обозначений на изделиях из полимерных материалов: Информационное письмо от 23 октября 2012 г. исх. № 37/13-6438. – М.: ЭКЦ МВД России, 2012.
7. *Патрушев В.В.* К вопросу о восстановлении уничтоженных знаков на металлических изделиях // Экспертная практика. – № 15. – М.: ЦНИКЛ МВД СССР, 1980.
8. *Райгородский В.М., Хрусталева В.Н., Ермолаев С.А.* Экспертиза восстановления измененных и уничтоженных маркировочных обозначений. – Саратов, 1999.
9. *Устинов С.Н., Струков В.М.* Восстановление уничтоженных рельефных изображений на металлах, полимерах и дереве // Экспертная практика. – № 27. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.
10. *Шапочкин В.И., Тарасов В.П., Козлов М.О., Кочубей А.В.* Выявление первоначальных номерных обозначений на изделиях из металлов и пластмасс. – Волгоград, 2003.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕКЛА И КЕРАМИКИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*А.А. Мокроусов, И.А. Столяров, В.А. Питрюк*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление вида, назначения и области применения стекла и керамики.

Сравнительное исследование объектов из стекла и керамики.

### Объекты исследования

Стекло<sup>1</sup> и керамика<sup>2</sup>, являющиеся материальными носителями информации о событии преступления (изделия из стекла и керамики, их фрагменты, микрочастицы; наслоения из стекла и керамики на предметах-носителях).

### Вопросы, решаемые экспертизой

Является ли представленный образец (осколки, фрагменты изделий) стеклом?

Каков элементный состав стекла, образцы которого представлены на исследование?

Каково содержание основных компонентов в представленном образце?

К какому виду (типу) изделий относится осколок стекла и какова вероятная область применения изделия этого вида (типа)?

Могли ли осколки стекла, изъятые с одежды гр-на Д., и образцы витринного стекла торгового павильона «Лето», находящегося по адресу ..., принадлежать одному и тому же витринному стеклу?

---

<sup>1</sup> Стекло – аморфное тело, получаемое путем переохлаждения расплава (независимо от его состава и температурной области затвердевания) и обладающее в результате постепенного увеличения вязкости механическими свойствами твердых тел; процесс перехода из жидкого состояния в стеклообразное обратим. Способностью образовывать стекловидную массу обладают соединения многих элементов: кремния, фосфора, бора, селена и др.

<sup>2</sup> Керамика – поликристаллический материал, получаемый спеканием природных глин и их смесей с минеральными добавками, а также с окислами металлов и другими тугоплавкими соединениями.

## **Сущность методики**

Выявление, анализ и оценка комплекса признаков, характерных для конкретного вида стекла и керамики.

Установление возможных областей применения.

## **Подзадачи**

Установление природы объекта.

Установление вида стекла и керамики.

Установление возможной области применения стекла, керамики или изделия из них.

## **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Решение вопроса об установлении природы объекта – выявление индивидуальной совокупности его признаков: морфологических признаков; физических и химических свойств; элементного состава; оптических (показатель преломления) и люминесцентных свойств.

## **Оборудование<sup>1</sup>, инструменты и материалы**

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Цифровой фотоаппарат.

Бинокулярный микроскоп для исследований в отраженном свете (в комплекте с видеокамерой, кольцевым осветителем, ПК, программным обеспечением, цветным принтером, ИБП).

Весы лабораторные электронные технические (точность – 0,01 г).

Весы аналитические (точность – 0,0001 г).

Рентгенофлуоресцентный спектрометр (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Спектрограф с генератором и цифровой регистрацией сигнала (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП); анализатор атомно-эмиссионных спектров МАЭС (или его аналог).

Атомно-абсорбционный спектрометр (в комплекте с набором ламп, ПК, программным обеспечением, ИБП).

Электронный сканирующий микроскоп с приставкой для микроспектрального анализа (в комплекте с расходными материалами, ПК, программным обеспечением).

---

<sup>1</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь действующее свидетельство о поверке.

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой (в комплекте с ПК, программным обеспечением, ИБП).

Микрофотометр.

Рентгеновский дифрактометр.

Поляризационный микроскоп.

Рефрактометр с набором паспортизированных иммерсионных жидкостей.

УФ-осветитель.

Спектрофотометр.

Сушильный шкаф.

Муфельная печь.

Микроволновая печь.

Дистиллятор.

Бидистиллятор (или деионизатор).

Электрическая плитка.

Холодильник бытовой.

Таблеточный пресс.

Ультразвуковая ванна.

Керамические, агатовые ступки с пестиками.

Штангенциркуль, линейка.

Набор иммерсионных жидкостей для определения плотности.

Твердомер.

Пикнометр.

Аналитические весы с приспособлением для гидростатического взвешивания.

Набор скальпелей, пинцетов, препарировальных игл, шпателей.

Лабораторная посуда (чашки Петри различных диаметров, колбы, стаканы, цилиндры, бюксы, пипетки, бюретки, фарфоровые тигли и др.).

Марлевый респиратор; резиновые и термостойкие перчатки; моющие средства; бумага «ватман».

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

Коллекция паспортизированных образцов стекла и керамики; стандартные растворы металлов для калибровки приборов.

Химические реактивы и расходные материалы (кислоты, щелочи, графитовые электроды, одноразовая химическая посуда и др.).

## Последовательность действий эксперта

### *Подготовка к проведению исследования*

1. Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений и разрешений для производства экспертизы<sup>1</sup>.

2. Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность, наличие оттисков печатей, штампов, пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях).

3. Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>.

4. Визуальный осмотр объектов, сравнительных и контрольных образцов.

5. Фотосъемка общего вида упаковки и объектов (при необходимости – отдельных участков объектов).

6. Предварительное исследование для установления природы объектов:

определение морфологических признаков и физических свойств: невооруженным глазом; микроскопическим исследованием; рефрактометрией;

наличие общей линии разделения и маркировочных обозначений;

определение дополнительных признаков неразрушающими экспресс-методами (рентгенофлуоресцентный анализ и др.).

7. Определение люминесценции объекта в УФ-лучах.

8. Описание объектов.

Исследование не проводят в следующих случаях:

отсутствует разрешение на частичное уничтожение, видоизменение объекта (если это необходимо для исследования);

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное видоизменение или частичное уничтожение вещественных доказательств – направление запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – направление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

объект не имеет признаков стекла или керамики;

масса или объем объекта меньше необходимого для проведения исследования конкретным методом (либо для решения конкретной задачи).

### ***Проведение исследования***

1. Подготовка объектов для отбора проб на исследование элементного состава: очистка поверхностей исследуемых объектов от посторонних наслоений и загрязнений (приемы очистки зависят от степени загрязнения и свойств поверхностных слоев). Перед очисткой поверхностей объектов следует оценить возможность проведения исследований поверхностных загрязнений, так как в некоторых случаях очистка поверхности от загрязнений может привести к утере данных, имеющих значение для следствия (например, наличие крови на осколках при ДТП). Применяемые при очистке реактивы не должны воздействовать на объект (растворять, вступать в химические реакции и т.д.).

2. Подготовка проб для элементного анализа (масса представительной пробы зависит от выбранного метода определения элементного состава объекта)<sup>1</sup>. Если есть основания подозревать неравномерность монолитного объекта по элементному составу (например, керамический кирпич, черепица), то следует обратить внимание на репрезентативность (представительность) отбираемых проб для объекта в целом.

#### **Аналитический метод**

#### **Подготовка проб для анализа**

Эмиссионный спектральный анализ

Аналитическая навеска вещества объекта помещается в кратер угольного электрода для сжигания

Атомно-абсорбционный метод анализа

Аналитическая навеска вещества объекта растворяется в аликвотном количестве кислоты или смеси кислот

Сканирующая электронная микроскопия с микроанализом

Аналитическая проба отбирается с исследуемой поверхности на графитовую липкую ленту

Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой

Аналитическая навеска вещества объекта растворяется в аликвотном количестве кислоты или смеси кислот

<sup>1</sup> Отбор проб от объектов и все дальнейшие манипуляции необходимо проводить так, чтобы исключить возможность загрязнения пробы материалом инструмента.

Рентгенофлуоресцентный анализ<sup>1</sup> Проба очищается от внешних загрязнений

Определение коэффициента преломления (рефрактометрия) Проба очищается от внешних загрязнений

3. Определение качественного элементного и фазового состава объектов аналитическими методами в соответствии с руководством по эксплуатации применяемой модели оборудования.

4. Установление количественного содержания элементов в объекте безталонными методами анализа (полуколичественный метод ЭСА, метод фундаментальных параметров в РФА) или построение калибровок с использованием паспортизированных стандартов или стандартных растворов.

Исследование количественного содержания элементов проводится в количестве параллельных повторностей, рекомендованном для конкретного метода анализа.

При необходимости отнесения изученных объектов к какой-либо классификации (фарное стекло, оконное стекло, строительная керамика и т.п.) полученные данные сопоставляются со справочными данными (специальная литература, базы данных).

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при установлении совокупности признаков (морфологические признаки, физические свойства, элементный состав), однозначно указывающих на принадлежность исследованных объектов к определенному виду стекла (керамики).

Категорический положительный вывод об общем источнике происхождения двух и более объектов делается только при условии проведения трасологического исследования и наличии общей линии разделения.

---

<sup>1</sup> Если объект может быть расположен над окошком спектрометра, то проба от него не отбирается.

*Примеры.*

1. Осколок стекла, изъятый на месте ДТП, имеет одинаковый качественный и количественный элементный состав, коэффициент преломления и общую линию разделения со стеклом фары автомобиля, принадлежащего гр-ну Д., и, следовательно, составлял с ним ранее единое целое.

2. Все изделия, изъятые при обыске в сарае у гр-на К., представляют собой керамический лицевой кирпич.

Категорический отрицательный вывод формулируется при установлении отличий в морфологических признаках, физических свойствах и элементном составе, обусловленных различием исследованных объектов.

*Пример.* Осколок стекла, изъятый на месте ДТП, отличается по качественному и количественному элементному составу, коэффициенту преломления и не имеет общей линии разделения со стеклом фары автомобиля, принадлежащего гр-ну Н., и, следовательно, не составлял с ним ранее единого целого.

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных признаков, а также при использовании справочных источников, не имеющих официально подтвержденного статуса.

*Пример.* Осколки с одежды и тела гр-на М. могли принадлежать стеклу с витрины торгового павильона «Лето», так же, как и любому другому стеклу, изготовленному флоат-способом на основе одинаковых сырьевых компонентов.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

- масса объекта меньше необходимой для проведения исследования конкретным методом либо для решения конкретной задачи;
- отсутствует разрешение на нарушение целостности объекта.

### Литература

1. ГОСТ 111–2001. Стекло листовое.
2. ГОСТ 24866–99. Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия.
3. ГОСТ 5533–86. Стекло листовое узорчатое. Технические условия.
4. ГОСТ 6799–80. Стеклоизделия для мебели. Технические условия.
5. ГОСТ 17716–91. Зеркала. Общие технические условия.
6. ГОСТ 30698–2000. Стекло закаленное строительное. Технические условия.

7. ГОСТ 5727–88. Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия.

8. ГОСТ Р 51136–98. Стекла защитные многослойные. Общие технические условия.

9. ГОСТ 21992–83. Стекло строительное профильное. Технические условия.

10. ГОСТ 7481–78. Стекло армированное листовое. Технические условия.

11. ГОСТ 30826–2001. Стекло многослойное строительного назначения. Технические условия.

12. ГОСТ Р 51477–99. Тара стеклянная для химических реактивов и особо чистых веществ. Технические условия.

13. ГОСТ Р 51640–2000. Тара стеклянная для товаров бытовой химии. Технические условия.

14. ГОСТ Р ИСО 9058–99. Тара стеклянная. Допуски.

15. ГОСТ Р 41.20–99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автомобильных фар с асимметричными огнями ближнего света и (или) огнями дальнего света, предназначенных для использования с галогенными лампами накаливания (лампы H<sub>4</sub>).

16. ГОСТ 9553–74. Стекло силикатное и стеклокристаллические материалы. Метод определения плотности.

17. ГОСТ 5382–91. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа.

18. ГОСТ Р 51795–2001. Цементы. Методы определения содержания минеральных добавок.

19. *Ануфриев М.В., Одиночкина Т.Ф., Питрюк В.А.* Экспертное исследование вяжущих строительных материалов и изделий на их основе. – М.: ЭКЦ МВД России, 1997.

20. *Бутрименко Г.Г., Борискин В.Д.* Современные методики криминалистического исследования изделий из стекла. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1984.

21. *Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В.* Химическая технология вяжущих материалов. – М., 1980.

22. *Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г.* Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. – М., 1981.

23. *Гурикова Л.М., Выжелевская О.Р., Йонайтис В.Б., Гегечкори Л.А.* Современные методики криминалистического исследования изделий из стекла. – М., 1987.

24. Минералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея: Пер. с англ. – Л., 1985.

25. *Осокин А.П., Кривобородов Ю.Р., Потапова Е.Н.* Модифицированный портландцемент. – М., 1993.

26. Тезисы докладов I (IX) Международного совещания по химии и технологии цемента 27–30 мая 1996 г. – М., 1996.

27. Энциклопедия неорганических материалов. – Т. 1, 2. – Киев, 1977.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДОВ ПРОДУКТОВ ВЫСТРЕЛА НА РУКАХ И ОДЕЖДЕ ПРОВЕРЯЕМЫХ ЛИЦ**

*И.Б. Афанасьев, И.А. Столяров, Ю.Б. Тузков*

(ЭКЦ МВД России)

*А.В. Богданов, А.О. Павлов*

(ИК ЦСТ ФСБ России)

### **Экспертная задача**

Установление наличия следов продуктов выстрела (СПВ) на представленных объектах; выявление топографии их распределения на поверхности объекта исследования. Определение вероятной причины образования выявленной картины распределения частиц продуктов выстрела на объектах.

Методика определяет основные (обязательные) этапы проведения исследований в целях обнаружения на руках и одежде проверяемых лиц конденсированных СПВ и на основе анализа их элементного состава, морфологии и топографии распределения формулирование вывода о вероятной причине появления СПВ на объектах исследования.

Для исследования СПВ на руках и одежде проверяемых лиц могут быть использованы следующие методы:

сканирующая электронная микроскопия с рентгеноспектральным микроанализом (СЭМ/РСМА);

масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП/МС);

атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС);

оптическая эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ИСП/ОЭС);

атомно-флуоресцентная спектрометрия (АФС);

атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС);

газожидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС);

высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ);

рентгеновский флуоресцентный анализ (РФА);

метод цветных отпечатков (диффузионно-контактный метод, хемография);

метод аналитических капельных реакций (МАКР).

Из перечисленных методов предпочтение следует отдавать методам СЭМ/РСМА, ИСП/МС, ААС, ИСП/ОЭС и АФС, обладающим достаточно высокой чувствительностью для обнаружения СПВ на руках и одежде. Метод АЭС можно признать пограничным – в большинстве случаев он может дать положительный результат, однако в случае необнаружения СПВ следует проводить повторное исследование более чувствительными методами.

Метод ГХ/МС используется для обнаружения продуктов выстрела органической природы: дифениламина, камфары, централитов и др.

Использование методов РФА и хемографии при анализе СПВ на руках и одежде проверяемых лиц нецелесообразно, так как получение положительного результата возможно лишь в некоторых случаях вследствие низкой чувствительности этих методов. В случае необнаружения СПВ необходимо проводить повторное исследование более чувствительными методами.

Метод МАКР используется для обнаружения отдельных компонентов, главным образом ионов окислителей, характерных для порохов и капсульных составов (нитратов, нитритов, хлоратов, перхлоратов и др.).

Один из наиболее эффективных методов обнаружения СПВ – метод сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа, используемый для обнаружения микрочастиц капсульного состава и несгоревшего пороха по морфологическим признакам и элементному составу. Особенность метода заключается в возможности избирательного обнаружения частиц, содержащих соединения тяжелых металлов, в результате анализа изображения поверхности исследуемого объекта, полученного на основе контраста по атомному номеру («тяжелые» частицы выглядят светлее), и анализа элементного химического состава выявленных частиц с использованием рентгеноспектрального микроанализа, последующей их идентификации и классификации как частиц продуктов выстрела. Поиск частиц возможен в

ручном и автоматическом режимах. Метод является самодостаточным при исследовании частиц продуктов выстрела: нет необходимости подтверждать факт их обнаружения другими методами.

Метод СЭМ/РСМА является неразрушающим, хотя приводит к изменению вещественных доказательств (происходит перенос части частиц СПВ с поверхности объектов на стандартные столики для электронной микроскопии).

Применение методов ИСП/МС, ААС, ИСП/ОЭС, АФС и АЭС приводит к видоизменению или полному уничтожению вещественных доказательств и требует обязательного использования контрольных проб.

### **Объекты исследования**

Предполагаемые носители СПВ: пробы, полученные с кожного покрова рук и лица, а также с волосяного покрова головы подозреваемых лиц; предметы одежды и вещной обстановки; преграды; элементы выстрела (гильзы, пули, пыжи, контейнеры); оружие; пробы и смывы с объектов, находившихся в зоне производства выстрела.

Контрольные образцы – образцы материалов и реактивов, использовавшихся при производстве следственных действий (например, образцы марлевых тампонов, пропитанных растворителями, использовавшимися при производстве смывов).

Контрольные объекты – образцы, отобранные с объектов, наличие на которых СПВ исходя из обстоятельств дела маловероятно (необходимы для определения «фонового» содержания элементов, характерных для СПВ).

### **Термины и определения**

Продукты выстрела (ПВ) – вещества (в настоящей методике – конденсированные), образующиеся в результате взрывного срабатывания инициирующего состава капсюля, сгорания порохового заряда патрона, частичного разрушения конструкции капсюля, а также продукты механического износа гильзы, ствола и снаряда в процессе прохождения снаряда по стволу оружия и в результате действия на них газобразных продуктов горения пороха. Продукты выстрела содержат, как правило, вещества неорганической и органической природы.

Следы выстрела – продукты выстрела и другие материальные проявления, связанные с процессом выстрела из огнестрельного оружия:

повреждения на преградах, повреждения на оружии и на снарядах, следы термического воздействия пороховых газов и др.

Следы продуктов выстрела – следовые количества продуктов выстрела, отбираемые с объектов на пробы для исследования.

Частицы продуктов выстрела – микрочастицы, образующиеся при выстреле; в основном это частицы продуктов превращения капсюльного состава, содержащие характерные химические элементы (ртуть, сурьму, свинец, барий, олово, медь, титан, цинк и др.), и частицы недогоревшего метательного заряда.

Следовые количества вещества – количества вещества, не обнаруживаемые невооруженным глазом, но детектируемые при применении специальных технических средств и методов.

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Имеются ли на объектах, представленных на исследование, следы продуктов выстрела?

Если имеются, то каковы их локализация и топография распределения?

Какова вероятная причина образования выявленного распределения частиц продуктов выстрела?

### **Сущность методики**

Обнаружение, диагностика и анализ СПВ на представленных объектах-носителях и их идентификация по установленному в процессе исследования качественному элементному химическому составу и по морфологии частиц продуктов выстрела (в соответствии с принятой в методике схемой классификации). Выявление топографии распределения СПВ на объектах, представленных на исследование.

Обнаружение следовых количеств компонентов порохов (дифениламина, централитов, камфары, серы и др.) на объектах-носителях, представленных на исследование; их идентификация по качественному химическому составу, установленному в процессе исследования.

Определение вероятной причины образования выявленной картины распределения следов продуктов выстрела и частиц продуктов выстрела на объектах исследования.

## **Последовательность действий эксперта<sup>1</sup>**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами (протоколом осмотра места происшествия, протоколом изъятия, заключением специалиста, актом досмотра и др.). Установление необходимости запроса дополнительных материалов для производства экспертизы.

Осмотр, фиксация упаковки объектов исследования (состояние и целостность; наличие оттисков печатей, штампов, а также соответствующих пояснительных надписей). Вскрытие упаковки и установление соответствия (несоответствия) представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>. Предварительная оценка возможности дальнейших действий с объектами и пределов допустимых манипуляций с ним (исходя из потенциально предполагаемых свойств объекта и требований к условиям его промежуточного хранения в ходе исследований)<sup>3</sup>.

### ***Предварительное исследование***

Внешний осмотр для определения наиболее информативных участков объектов и возможности отбора с них проб для исследования (исходя из фабулы постановления и логического анализа вероятных зон загрязнения объектов СПВ). Выявление частиц недогоревшего пороха и продуктов сгорания порохового заряда.

---

<sup>1</sup> Условия проведения исследования – неучастие эксперта в мероприятиях, связанных с применением огнестрельного оружия, и отсутствие в помещениях, на полигонах, где применяется огнестрельное оружие, по крайней мере в течение недели до начала исследований. Несоблюдение данных условий приводит к «отравлению» объектов исследования «паразитными» следами продуктов выстрела и, следовательно, искажению результатов исследования.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – их прием либо отправка без исполнения в соответствии с установленным порядком.

<sup>3</sup> Подозрение на содержание представленным объектом патогенных биологических агентов, особо опасных химических и радиоактивных веществ является основанием для немедленного прекращения проведения исследования, информирования инициатора исследования и направления ходатайства о привлечении компетентных лиц в установленном порядке.

### *Оборудование, инструменты и материалы*

Общие и специальные средства защиты (одноразовые скатерти из бумаги или кальки; одноразовый халат или комбинезон; одноразовые резиновые или латексные перчатки без талька).

Пинцет с острыми кончиками.

Бинокулярный оптический микроскоп с микрометрической приставкой (отраженный косопадающий свет; искусственное освещение; увеличение – в зависимости от модели: 20–100<sup>×</sup>).

Средства фиксации (фотоаппаратура и фотоматериалы, устройства цифровой записи, компьютерная техника, сканер, принтер, программное обеспечение и др.).

### *Осмотр объектов исследования*

1. Осмотр и детальное визуальное исследование объектов с использованием средств фиксации, измерения и индивидуальной защиты (с соблюдением мер предосторожности, препятствующих возможному переносу продуктов выстрела с одной части объекта на другую и взаимному переносу с одного объекта на другой). Каждый объект осматривается на отдельной одноразовой подкладке (например, на чистом листе бумаги)<sup>1</sup>.

2. Установление наличия (отсутствия) контрольных объектов, необходимых для проведения исследований выбранным методом.

3. Детальный осмотр участков возможного загрязнения объектов следами продуктов выстрела для обнаружения под микроскопом частиц недогоревшего пороха. Отбор обнаруженных частиц и упаковка (например, в бюксы, бакпечатки и др.) для дальнейшего исследования.

### *Выбор метода исследования*

Выбор метода (методов) исследования, подготовки аналитических проб и необходимого оборудования, инструментов и материалов осуществляется исходя из поставленной задачи, характера представленных объектов и инструментально-аналитических возможностей конкретного экспертного подразделения<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Любые действия, которые могут привести к необратимому изменению внешнего вида или свойств объекта, обязательно согласовываются с инициатором исследования в установленном порядке.

<sup>2</sup> Допускается использование утвержденных в конкретном экспертном подразделении частных методик исследования, не противоречащих основным положениям настоящей методики.

## ***Исследование методом сканирующей электронной микроскопии с рентгеноспектральным микроанализом***

### *Объекты исследования*

Наиболее информативные объекты, отобранные на стадии предварительного осмотра; участки объектов, намеченные для отбора проб.

### *Общий принцип подготовки проб*

Перенос частиц продуктов выстрела с поверхности объектов на стандартные столики для электронной микроскопии; диагностика частиц на основании их элементного состава и морфологических признаков [11, 12, 14].

### *Оборудование, инструменты и материалы*

Пинцет с острыми кончиками.

Стандартные столики для электронной микроскопии, покрытые спектрально чистой углеродной липкой лентой и помещенные в индивидуальные контейнеры.

Сканирующий электронный микроскоп с детектором отраженных (обратнорассеяных) электронов (например, «Camscan», «Tescan Vega», «FEI Quanta», «Zeiss EVO», «Jeol» и «ASPEX PSEM»).

Система рентгеновского микроанализа (например, «Oxford INCA», «EDAX Genesis» и др.).

Справочные материалы (справочные пособия; справочно-информационные фонды; натурные коллекции; базы данных; автоматизированные информационно-поисковые системы и др.).

### *Подготовка проб*

1. Перенос частиц продуктов выстрела с объектов на стандартные столики для электронной микроскопии, покрытые спектрально чистой углеродной липкой лентой методом аппликации<sup>1</sup>.

Если исследуются объекты с высоким уровнем загрязнения биологическим материалом (кровь и др.), то при использовании нескольких методов исследования и в случае комплексной экспертизы порядок отбора проб определяется комиссией экспертов (запаховые следы, биологические объекты, СПВ и т.д.). Отбору проб на наличие неорга-

---

<sup>1</sup> Если объектами исследования являются пробы, уже изъятые на стандартные столики для электронной микроскопии, покрытые спектрально чистой углеродной липкой лентой, то перенос не требуется.

нических компонентов СПВ предшествует обнаружение органических компонентов методом экстракции. Затем исследуемые участки объектов промывают холодной проточной водой, не подвергая механическому воздействию, до визуального уменьшения уровня загрязнения; после просушки проводят отбор проб для обнаружения неорганических компонентов.

Перенос частиц продуктов выстрела с намеченных участков объектов на стандартные столики для электронной микроскопии производят методом аппликации не менее 150 раз с каждого участка. Отбор проб проводится в процессе предварительного исследования объекта с учетом его состояния. Контейнеры с пробами на стандартных столиках маркируют, исключая повторы.

2. Визуальный осмотр проб на прозрачных столиках через прозрачную крышку пластикового контейнера для оценки степени загрязнения поверхности графитовой ленты волокнами. При значительном загрязнении – напыление таких проб углеродом в вакуумной установке (при отсутствии такой установки – анализ в среде низкого вакуума).

3. Смыв с исследуемых объектов для исследования на органические компоненты (при необходимости и наличии технической возможности).

#### *Поиск частиц продуктов выстрела в отобранных пробах*

Совокупность признаков, характеризующих объект

Частицы продуктов выстрела, как правило, имеют округлую форму, пористую структуру и элементный химический состав, характерный для капсюльных составов; нередко они имеют ярко выраженную фазовую неоднородность.

По результатам анализа элементного состава отбираются частицы, которые содержат химические элементы, позволяющие однозначно идентифицировать конкретный вид капсюльного состава.

В системе классификации частиц ПВ при использовании метода СЭМ/РСМА в автоматическом режиме принята следующая градация<sup>1</sup> значимости выявляемых частиц [1, 11].

Класс «Характерные» – частицы, содержащие композиции трех или четырех химических элементов, характерные для продуктов сгорания капсюльного состава. Ввиду уникальности элементного состава

---

<sup>1</sup> Данная градация значимости частиц ПВ принята на заседании рабочей группы Европейской сети криминалистических учреждений (ENFSI) в 2011 г.

и достаточно редкой возможности их обнаружения присутствие таких частиц интерпретируется как, безусловно, положительный признак наличия частиц ПВ.

Класс «Соответствующие» – частицы, содержащие композиции двух химических элементов, характерные для продуктов разложения капсюльного состава. Присутствие таких частиц указывает на вероятное наличие частиц ПВ. Вследствие того что частицы этих композиций могут быть образованы и другими процессами, на интерпретацию результатов оказывают влияние количество обнаруженных частиц этого класса и разнообразие выявленных композиций.

Класс «Сопутствующие» – частицы, содержащие некоторые другие химические элементы (железо, медь, свинец, олово, цинк и др.), образование которых сопровождает процесс производства выстрела (частицы оболочечного сплава пули, материала гильзы и капсюля, продуктов износа ствола). В присутствии частиц ПВ классов «Характерные» или «Соответствующие» такого рода частицы оказывают влияние на оценку характера загрязнения частицами ПВ. В противном случае присутствие таких частиц не может быть ассоциировано с наличием частиц ПВ, так как может быть следствием целого ряда технологических процессов (механической обработки, сварки, пайки и др.).

Поиск частиц следов продуктов выстрела в ручном режиме

1. Юстировка электронной пушки и электронно-оптической колонны электронного микроскопа.
2. Размещение пробы на столике электронного микроскопа.
3. Размещение эталона для настройки и контроля контраста детектора отраженных электронов на столике электронного микроскопа.
4. Настройка контраста детектора отраженных электронов электронного микроскопа для увеличения более  $1000\times$ .
5. Ручное сканирование пробы (при работе электронного микроскопа в режиме отраженных электронов).
6. Переход в режим детектора вторичных электронов при обнаружении частицы, содержащей тяжелые элементы; при необходимости – повышение увеличения и исследование элементного состава и морфологических особенностей частицы. При наборе рентгеновского спектра общая интегральная интенсивность должна составлять не менее 50 000 импульсов.

7. При обнаружении в элементном составе частицы элементов, характерных для частиц сгорания капсульного состава, – сохранение изображения частицы и ее характеристического рентгеновского спектра.

8. Сопоставление элементного состава и изображения частицы с данными о частицах ПВ, имеющимися в справочных материалах. Формулирование вывода о возможности отнесения данной частицы к продуктам выстрела.

9. Продолжение сканирования.

10. Обобщение результатов исследования и формулирование вывода о наличии частиц ПВ и их составе.

Поиск частиц следов продуктов выстрела  
в автоматическом режиме

1. Юстировка электронной пушки и электронно-оптической колонны электронного микроскопа.

2. Калибровка столика электронного микроскопа.

3. Размещение проб на столике электронного микроскопа и отражение их положения в интерфейсе программного обеспечения системы микроанализа (в соответствии с бирками на контейнерах)<sup>1</sup>.

4. Настройка контраста детектора отраженных электронов электронного микроскопа на эталоне Co-Au-Rh.

5. Последовательное исследование проб на наличие частиц ПВ в автоматическом режиме работы электронного микроскопа и системы микроанализа (система проводит классификацию всех частиц пробы и выделяет классы частиц, которые могут относиться к частицам ПВ).

6. Выявление на изображениях локализации частиц, классифицированных анализатором как частицы ПВ; повторное исследование этих участков в ручном режиме. Повторный сбор изображений более высокого качества (размером не менее  $512 \times 512$  точек) как минимум для пяти частиц; повторное накопление характеристического рентгеновского спектра (общая интегральная интенсивность при наборе спектра должна составлять не менее 50 000 импульсов).

Если локализация частиц выявлена на недогоревших частицах пороха – получение их изображения и анализ морфологических особенностей. В таком случае каждая частица пороха принимается за одну частицу СПВ.

---

<sup>1</sup> При нарушении соответствия положения пробы ее описанию идентификация образцов невозможна.

7. Обобщение результатов исследования и формулирование вывода о наличии частиц ПВ, их составе и об обнаруженных частицах недогоревшего пороха.

#### *Анализ полученных результатов*

1. Сравнение установленного элементного химического состава частиц ПВ, обнаруженных в пробах, с данными справочных материалов (справочных пособий, справочно-информационных фондов, натурных коллекций, баз данных и др.).

2. Выявление совпадения установленного элементного состава частиц ПВ, обнаруженных в пробах, с индивидуальными капсульными составами определенного класса (оржавляющими, неоржавляющими, не содержащими соединений тяжелых металлов (экологически чистыми) и др.), информация о которых имеется в справочных материалах; формулирование вывода об обнаружении на исследованных объектах частиц ПВ определенного класса.

#### *Формулирование выводов эксперта*

По результатам исследования методом СЭМ/РСМА экспертом может быть дан положительный или отрицательный **вывод о наличии частиц ПВ** на исследованном объекте, а также вывод о невозможности решения вопроса. Положительный вывод может быть дан в категоричной или в вероятностной форме; отрицательный вывод может быть дан только в вероятностной форме.

Категорический положительный вывод о присутствии на объекте исследования частиц ПВ делается только по наличию частиц класса «Характерные». Количество обнаруженных частиц оказывает влияние на значимость вывода.

При обнаружении не менее двадцати частиц ПВ класса «Соответствующие» разнородных по химическому составу может быть сделан вероятный положительный вывод о присутствии на объекте частиц ПВ.

При отсутствии на пробе частиц ПВ классов «Характерные» и «Соответствующие» может быть сделан отрицательный вывод. Однако отсутствие частиц ПВ не свидетельствует о том, что объект исследования не имел контакта со средой производства выстрела.

**Вывод о причине отсутствия частиц ПВ** на объекте исследования может быть дан в результате анализа количества обнаруженных частиц.

При обнаружении в пробе не менее пяти частиц ПВ класса «Характерные» и количества частиц класса «Соответствующие» более 20, с учетом фабулы дела и топографии распределения частиц ПВ, может быть сделан вывод, что выявленное количество частиц ПВ характерно для контакта исследуемого объекта с огнестрельным оружием или пребывания в среде производства выстрела. Характеристические спектры не менее пяти выявленных частиц ПВ класса «Характерные» приводятся в экспертном заключении.

При обнаружении в пробе менее пяти частиц ПВ класса «Характерные» может быть сделан вероятный отрицательный вывод о том, что выявленные частицы (или частица) ПВ не позволяют установить причину их (ее) присутствия на исследованном объекте и, вероятно, являются следствием опосредованного переноса случайного характера, что не может свидетельствовать о контакте объекта исследования с огнестрельным оружием или о его пребывании в среде производства выстрела. Характеристические спектры выявленных частиц ПВ класса «Характерные» приводятся в экспертном заключении.

В отсутствие частиц ПВ класса «Характерные» и при обнаружении в пробе более двадцати частиц ПВ класса «Соответствующие» и возможности однозначно идентифицировать конкретный вид капсюльного состава может быть сделан вероятный вывод о пребывании в среде производства выстрела. Характеристические спектры не менее пяти выявленных частиц ПВ класса «Соответствующие» приводятся в экспертном заключении.

В отсутствие частиц ПВ класса «Характерные» и при обнаружении в пробе менее двадцати частиц ПВ класса «Соответствующие» или невозможности однозначно идентифицировать конкретный вид капсюльного состава может быть сделан вероятный отрицательный вывод о том, что обнаруженные частицы ПВ не позволяют установить причину их присутствия на исследованном объекте и, вероятно, являются следствием опосредованного переноса случайного характера, что не может свидетельствовать о контакте объекта исследования с огнестрельным оружием или о его пребывании в среде производства выстрела.

При обнаружении на контрольных образцах частиц ПВ, аналогичных обнаруженным при исследовании остальных объектов, формулируется вывод о том, что решить вопрос о наличии следов продуктов выстрела на представленном объекте не представляется возможным.

В выводах могут быть приведены сведения, находящиеся в компетенции эксперта, в отношении которых не были поставлены вопросы в постановлении о назначении экспертизы.

При исследовании объектов для определения локализации частиц ПВ (отбор проб с некоторого количества участков поверхности объекта) вывод о наличии частиц продуктов выстрела делается по результатам общего количества частиц со всех проб. При обнаружении значимых различий в концентрации частиц ПВ на исследованных участках поверхности объекта формулируется вывод о локализации продуктов выстрела и ее вероятной причине.

***Исследование методами  
атомно-абсорбционной спектроскопии,  
масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой,  
атомно-флуоресцентной спектроскопии  
с пламенной и индуктивно связанной плазмой атомизацией***

*Объекты исследования*

Наиболее информативные объекты, отобранные на стадии предварительного осмотра; участки объектов, намеченные для отбора проб.

*Общий принцип подготовки проб*

Экстракция, очистка, концентрирование и другие операции для получения представительных проб в формах, удобных для проведения химического исследования.

*Оборудование, инструменты и материалы*

Пинцет с острыми кончиками.

Емкости для растворов проб.

7%-й раствор азотной кислоты квалификации «осч».

Стандартные растворы определяемых элементов.

Спектрометр (типа «PerkinElmer ELAN», «NexION» и «Agilent») с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Справочные материалы (справочные пособия; справочно-информационные фонды; натурные коллекции; базы данных; автоматизированные информационно-поисковые системы и др.).

*Подготовка проб*

1. Приготовление контрольных проб используемых растворителей и материалов. Контроль отсутствия (в пределах чувствительности применяемых физико-химических методов) компонентов, характерных для порохов и иницирующих составов (только эти растворители

и материалы могут быть использованы для проведения дальнейшего исследования). При выявлении в контрольных пробах растворителей и материалов компонентов, характерных для порохов и иницирующих составов, – их замена и повторение операции контроля.

2. Последовательная экстракция основных компонентов отобранных представительных проб с фиксированием характера окраски получаемых растворов, наличия нерастворимых остатков<sup>1</sup>.

***Исследование методами атомно-эмиссионной спектроскопии  
и атомно-флуоресцентной спектроскопии  
с электротермической атомизацией***

*Объекты исследования*

Наиболее информативные объекты, отобранные на стадии предварительного осмотра; участки объектов, намеченные для отбора проб.

*Общий принцип подготовки проб*

Концентрирование и удаление органической компоненты методом озоления для получения представительных проб в формах, удобных для проведения исследования.

*Оборудование, инструменты и материалы*

Комплекс для эмиссионного спектрального анализа (типа «PGS-2», «ИСП-30», «ИСП-28» и «ДФС») с необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Муфельная печь с термостатом (до 800 °С).

Тигли стеклоуглеродные или фарфоровые.

Графитовые электроды марки ЕС-12 (или аналогичные).

Графитовый порошок квалификации «осч».

Изопропиловый спирт квалификации «осч».

7%-й водный раствор азотной кислоты квалификации «осч».

Чистые марлевые тампоны.

*Подготовка проб*

1. Озоление тампонов со смывами с рук или с объектов, материал которых не поддается озолению (при температуре 200 °С в течение 1,5 ч; при температуре 450 °С в течение 2,5–3,0 ч).

---

<sup>1</sup> В зависимости от результатов предварительного исследования объекта возможно использование растворителей, отличающихся от указанных.

2. Озоление фрагментов материалов одежды.

3. Смешивание зольных остатков с графитовым порошком, набивка полученной смесью графитовых электродов для последующего анализа.

***Исследование методами газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием, высокоэффективной жидкостной хроматографии***

*Объекты исследования*

Наиболее информативные объекты, отобранные на стадии предварительного осмотра; участки объектов, намеченные для отбора проб.

*Общий принцип подготовки проб*

Экстракция, очистка, концентрирование и другие операции для получения представительных проб в формах, удобных для проведения химического исследования.

*Оборудование, инструменты и материалы*

Хроматографическая станция для газожидкостной хроматографии (типа «Кристалл», «Focus», «Agilent» и «Hewlett Packard») в сочетании с детектирующими системами (масс-селективный детектор, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая капиллярная колонка (типа «TR-5MS», «TG-5MS», «HP-5MS», «DB-5», «Ultra-1») длиной 10–30 м.

Газ-носитель: азот категории не менее «ПН»; гелий, квалификации «А».

Микрошприц для хроматографии объемом до 10 мкл.

Набор растворителей для пробоподготовки квалификации не ниже «хч для хроматографии».

Хроматографическая станция для жидкостной хроматографии (типа «Waters», «Agilent» и «Hewlett Packard») в сочетании с детектирующими системами (спектрофотометрический детектор, фотодиодная матрица, масс-селективный детектор и др.) и необходимым периферийным и вспомогательным оборудованием.

Хроматографическая колонка (типа «C18», «RP18», «C8» и «Hypercarb»).

Набор растворителей для создания подвижных фаз квалификации не ниже «хч для хроматографии».

Образцы сравнения для калибровки прибора.

Виалы для хроматографии с крышками.

#### *Подготовка проб*

Экстракция (в отдельных емкостях) компонентов отобранных представительных проб с каждой из групп объектов, представленных на исследование, методом смывания ацетоном (либо полного или частичного погружения)<sup>1</sup>. По завершении экстракции – фильтрование или декантирование с последующим упариванием при комнатной температуре для получения твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне<sup>2</sup>. Растворение полученного сухого остатка в нескольких каплях ацетонитрила для получения ацетонитрильного раствора, готового к исследованию.

#### *Исследование методом аналитических капельных реакций*

##### *Объекты исследования*

Наиболее информативные объекты, отобранные на стадии предварительного осмотра; участки объектов, намеченные для отбора проб.

##### *Общий принцип подготовки проб*

Экстракция, очистка, концентрирование и другие операции для получения представительных проб в формах, удобных для проведения химического исследования.

##### *Оборудование, инструменты и материалы*

Вытяжной шкаф.

Стекла для аналитических реакций (предметные, с лунками, часовые и проч.).

Пробирки.

Пипетки.

Набор необходимых аналитических реактивов и материалов для проведения капельных реакций квалификации не ниже «хч для хроматографии».

---

<sup>1</sup> Допускается интенсификация процесса экстракции с помощью ультразвуковой бани.

<sup>2</sup> В случае получения сильно загрязненных экстрактов возможно проведение их предварительной очистки методами последовательной или твердофазной экстракции, препаративной колоночной или тонкослойной хроматографии.

Образцы веществ-свидетелей (при необходимости).  
Криминалистический атлас цветов.  
Биноклярный микроскоп.  
Лупа криминалистическая.

### *Подготовки проб*

1. Приготовление контрольных проб используемых растворителей и материалов. Контроль отсутствия (в пределах чувствительности применяемого метода) компонентов, характерных для порохов и иницирующих составов (только эти растворители могут быть использованы для проведения дальнейшего исследования). При выявлении в контрольных пробах растворителей и материалов компонентов, характерных для порохов и иницирующих составов, – их замена и повторение операции контроля.

2. Последовательная экстракция основных компонентов отобранных представительных проб с фиксированием характера окраски получаемых растворов, наличия нерастворимых остатков<sup>1</sup>.

### ***Установление элементного состава представительных проб, содержащих следы продуктов выстрела, спектральными методами***

#### *Установление состава проб на наличие элементов, характерных для следов продуктов выстрела*

Исследование методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбционной спектрометрии, оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой

1. Растворение компонентов представительных проб в 7%-м водном растворе азотной кислоты (выдержка – не менее 20 ч).

2. Градуировка спектрометра стандартными растворами анализируемых элементов.

3. Анализ проб.

4. Расчет содержания исследуемого элемента в соответствии с полученными градуировками.

---

<sup>1</sup> В зависимости от результатов предварительного исследования объекта возможно использование растворителей, отличающихся от указанных.

5. Сравнение данных по представительным пробам с данными контрольных образцов.

6. Формулирование вывода о результатах исследования.

Исследование методом атомно-эмиссионной спектрометрии

1. Озоление представленных проб в смеси с графитовым порошком.

2. Исследование проб, полученных в результате озоления объектов (смывов с рук, с одежды и с волос подозреваемого), на наличие элементов, характерных для следов продуктов выстрела.

3. Получение ЭСА-спектров исследуемых проб.

4. Определение элементного состава проб и наличия в них элементов, характерных для следов продуктов выстрела.

5. Формулирование вывода о результатах исследования.

Исследование методом атомно-флуоресцентной спектрометрии

1. При использовании пламенной или ИСП атомизации:

растворение компонентов представительных проб в 7%-м водном растворе азотной кислоты (выдержка – не менее 20 ч);

градуировка спектрометра стандартными растворами анализируемых элементов;

анализ проб;

расчет содержания исследуемого элемента в соответствии с полученными градуировками;

сравнение данных по представительным пробам с данными контрольных образцов.

2. При использовании электротермической атомизации:

озоление представленных проб в смеси с графитовым порошком;

исследование проб, полученных в результате озоления объектов (смывов с рук, с одежды и с волос подозреваемого), на наличие элементов, характерных для следов продуктов выстрела с регистрацией;

ЭСА-спектров;

определение элементного состава проб и наличия в них элементов, характерных для следов продуктов выстрела.

3. Формулирование вывода о результатах исследования.

***Установление качественного химического состава следов  
продуктов выстрела на наличие компонентов  
представительных проб, характерных для порохов***

***Установление качественного химического состава проб  
на наличие компонентов представительных проб,  
характерных для порохов***

Исследование методом газовой хроматографии, газожидкостной хроматографии, в том числе с масс-спектрометрическим детектированием

1. Подготовка пробы: экстракция (в отдельных емкостях) компонентов отобранных представительных проб с каждой из групп объектов, представленных на исследование, методом смывания ацетоном (либо полного или частичного погружения)<sup>1</sup>.

По завершении экстракции – фильтрование или декантирование с последующим упариванием при комнатной температуре для получения твердого образца компонентов пробы, растворимых в ацетоне<sup>2</sup>.

Перерастворение полученного сухого остатка в нескольких каплях ацетонитрила для получения ацетонитрильного раствора, пригодного для исследования.

2. Исследование подготовленной пробы на наличие компонентов метательного заряда (дифениламина, централитов, камфары, элементарной серы и др.).

3. Сравнение полученных времен хроматографического удерживания компонентов образца с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей; при использовании масс-селективного детектора – сравнение полученных масс-спектров с данными справочных материалов (справочных пособий; справочно-информационных фондов; баз данных и др.).

4. Формулирование вывода о результатах исследования.

**Исследование методом  
высокоэффективной жидкостной хроматографии**

1. Исследование полученных экстрактов на наличие компонентов метательного заряда (дифениламина, централитов, камфары, элементарной серы и др.).

---

<sup>1</sup> Допускается интенсификация процесса экстракции с помощью ультразвуковой бани.

<sup>2</sup> В случае получения сильно загрязненных экстрактов возможно проведение их предварительной очистки методами последовательной или твердофазной экстракции, препаративной колоночной или тонкослойной хроматографии.

2. Сравнение полученной хроматографической и спектральной информации с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей или с данными справочных материалов (справочных пособий; справочно-информационных фондов; баз данных и др.).

3. Формулирование вывода о результатах исследования.

Исследование методом аналитических капельных реакций

1. Исследование компонентов представительных проб, растворимых в дистиллированной воде, на наличие ионов, характерных для продуктов превращения капсюльного состава, частиц недогоревшего метательного заряда.

2. Исследование компонентов проб, не растворимых в ацетоне и дистиллированной воде, на наличие веществ, характерных для продуктов превращения капсюльного состава, частиц недогоревшего метательного заряда.

3. Сравнение результатов качественных реакций (окраска, выпадение осадка, выделение газообразных продуктов и др.) с данными справочных материалов.

4. Формулирование вывода о результатах исследования.

#### *Формулирование выводов эксперта*

По результатам спектральных и химических исследований эксперт формулирует окончательный вывод.

Вероятный положительный вывод формулируется при выявлении в исследованной пробе превышения концентрации характерных элементов по интенсивности как минимум в 3 раза над уровнем фона (при условии отсутствия этих элементов в контрольных образцах в пределах чувствительности метода).

Вероятный отрицательный вывод формулируется при необнаружении характерных элементов в пробе или недостаточной интенсивности сигнала относительно фона (при условии отсутствия этих элементов в контрольных образцах).

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

эксперт не располагает исчерпывающей информацией об объекте, достаточной для его исследования в полном объеме;

эксперт не располагает информацией об объекте в объеме, достаточном для категорического положительного или отрицательного вывода;

квалификация эксперта недостаточна для исследования объекта в необходимом объеме;

материально-техническая база не позволяет провести требуемые экспертные исследования;

при обнаружении на контрольных объектах элементов, характерных для следов продуктов выстрела.

При выявлении в следах продуктов выстрела следовых количеств органических компонентов, характерных для метательных зарядов (дифениламина, централитов, камфары и др.), и установлении отсутствия этих компонентов на контрольных образцах формулируется вероятный положительный вывод о наличии следовых количеств органических компонентов, характерных для порохов (дифениламина, централитов, камфары и др.). Присутствие следовых количеств элементарной серы может свидетельствовать о факте использования дымного пороха.

При выявлении ионов-окислителей, характерных для следов продуктов выстрела (нитратов, нитритов, хлоратов, перхлоратов и др.), формулируется вероятный положительный вывод о наличии следов этих соединений, характерных для порохов и капсюльных составов.

В случае получения вероятного положительного вывода при исследованиях спектральными методами или методом СЭМ/РСМА положительный вывод по результатам исследования органических компонентов и ионов-окислителей может усилить достоверность вывода до категорического.

### Примеры выводов

1. При исследовании методом СЭМ/РСМА на представленных пробах с рук установлено следующее:

правая рука: наличие 7 частиц продуктов выстрела класса «Характерные», содержащих ртуть (Hg), сурьму (Sb) и свинец (Pb), и 25 частиц класса «Соответствующие», специфичных для оржавляющих капсюльных составов (на основе гремучей ртути);

левая рука: наличие 5 частиц следов продуктов выстрела класса «Соответствующие», содержащих сурьму (Sb) и свинец (Pb).

Выявленное количество частиц классов «Характерные» и «Соответствующие» специфично для картины загрязнения частицами продуктов выстрела при применении огнестрельного оружия или при нахождении в зоне применения огнестрельного оружия.

Превышение количества частиц, обнаруженных на правой руке, по сравнению с количеством частиц продуктов выстрела, обнаруженных на левой

руке, характерно для картины загрязнения частицами продуктов выстрела при стрельбе из оружия, находившегося в правой руке.

2. При исследовании методом СЭМ/РСМА на представленных пробах с рук обнаружено следующее:

правая рука: наличие 4 частиц класса «Характерные», содержащих барий (Ba), сурьму (Sb), свинец (Pb) и олово (Sn), и 11 частиц продуктов выстрела класса «Соответствующие» специфично для неоржавляющего капсюльного состава;

левая рука: наличие 6 частиц класса «Характерные», содержащих барий (Ba), сурьму (Sb), свинец (Pb) и олово (Sn), и 8 частиц продуктов выстрела класса «Соответствующие» специфично для неоржавляющего капсюльного состава.

Выявленное количество частиц классов «Характерные» и «Соответствующие» специфично для картины загрязнения частицами продуктов выстрела при применении огнестрельного оружия или при нахождении в зоне применения огнестрельного оружия.

Примерно одинаковый уровень частиц, обнаруженных на правой и на левой руках, характерен для картины загрязнения частицами продуктов выстрела при стрельбе из оружия с двух рук.

3. При исследовании методом СЭМ/РСМА на представленных пробах с рук обнаружены 16 частиц класса «Соответствующие», содержащих сурьму (Sb) – свинец (Pb) и сурьму (Sb) – серу (S).

Выявленное количество частиц класса «Соответствующие» при отсутствии частиц класса «Характерные» не позволяет установить источник их возникновения на исследованном объекте и, вероятно, является следствием опосредованного переноса случайного характера.

При исследовании методом ГХ/МС установлено наличие следовых количеств дифениламина.

Выявленное количество частиц класса «Соответствующие» и наличие следовых количеств дифениламина характерно для картины загрязнения следами продуктов выстрела при применении огнестрельного оружия или при нахождении в зоне применения огнестрельного оружия.

4. На представленных объектах обнаружены частицы недогоревшего пороха, что характерно для картины загрязнения следами продуктов выстрела при применении огнестрельного оружия или при нахождении в зоне применения огнестрельного оружия, а также при использовании пиротехнических изделий.

5. При исследовании методом СЭМ/РСМА на представленной куртке обнаружены частицы следов продуктов выстрела, по элементному составу соответствующие неоржавляющему капсюльному составу.

Установлено следующее распределение частиц классов «Характерные» и «Соответствующие» по поверхности объекта:

манжета правого рукава – 45 частиц, из них 15 класса «Характерные»;

предплечье правого рукава – 21 частица, из них 5 класса «Характерные»;  
правая полочка – 8 частиц класса «Соответствующие»;  
манжета левого рукава – 2 частицы класса «Соответствующие»;  
предплечье левого рукава – 3 частицы класса «Соответствующие»;  
левая полочка – 4 частицы класса «Соответствующие»;  
спинка – 0.

Выявленное количество частиц классов «Характерные» и «Соответствующие», а также их распределение на поверхности куртки специфичны для картины загрязнения частицами продуктов выстрела при стрельбе из огнестрельного оружия, находившегося в правой руке.

6. При исследовании методом СЭМ/РСМА (ААС, ИСП/МС и АЭС) на представленных объектах не обнаружено следов продуктов выстрела, включая частицы недогоревшего пороха (в пределах чувствительности метода).

7. При исследовании методом ААС (ИСП/МС и АЭС) в исследованных пробах выявлено присутствие сурьмы – элемента, характерного для следов продуктов выстрела. Концентрация сурьмы в смыве с правой руки в 2 раза превышает ее содержание в смыве с левой и в 3 раза – в контрольной пробе.

При исследовании методом ГХ/МС установлено присутствие следовых количеств дифениламина. Количество сурьмы и ее распределение на руках, наличие следовых количеств дифениламина характерно для картины загрязнения следами продуктов выстрела при применении огнестрельного оружия или при нахождении в зоне применения огнестрельного оружия.

8. При исследовании методом СЭМ/РСМА на представленных пробах с рук обнаружены 4 частицы класса «Соответствующие», содержащие сурьму (Sb) – олово (Pb) и сурьму (Sb) – серу (S).

Выявленное количество частиц класса «Соответствующие» не позволяет однозначно установить причину их наличия на исследованном объекте и, вероятно, является следствием опосредованного переноса случайного характера, что не может свидетельствовать о контакте объекта исследования с огнестрельным оружием или о нахождении в зоне производства выстрела.

## Литература

1. *Ануфриев М.В., Бачурин Л.В., Мокроусов А.А. и др.* Выявление продуктов выстрела на руках и одежде проверяемых лиц с целью установления факта производства выстрела. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

2. *Афонин В.П., Комяк Н.И., Николаев В.П., Плотников Р.И.* Рентгенофлуоресцентный анализ. – Новосибирск, 1991.

3. Выявление продуктов выстрела на руках и одежде проверяемых лиц с целью установления факта производства ими стрельбы / *Ануфриев М.В. и др.* – М.: ЭКЦ МВД России, 1999.

4. Дж. Мак-Махон. Аналитические приборы: Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам: Пер. с англ. / Под ред. Л.М. Москвина. – СПб., 2009.

5. Кузьмин В.В., Тузков Ю.Б., Соловьев М.Ю., Семенов А.Ю. Криминалистическое исследование бризантных взрывчатых веществ // Экспертная практика. – № 66. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

6. Методики производства судебно-баллистических экспертиз. – М., 1997.

7. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / Под ред. В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 1993.

8. Практическая растровая электронная микроскопия / Под ред. Дж. Гоулдстейна и Х. Яковица: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Петрова. – М., 1978.

9. Система капиллярного электрофореза «Капель». Основы метода. Аппаратура. Примеры использования систем капиллярного электрофореза «Капель-103, -104, -105». – СПб., 2001.

10. Энергетические конденсированные системы: Краткий энциклопедический словарь / Под ред. Б.П. Жукова. Изд. 2-е, исправл. – М., 2000.

11. ASTM E1588-95 Standard Guide for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy – Dispersive Spectroscopy. – <http://www.a&tm.org/>.

12. ENFSI Guide for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy – Dispersive Spectrometry. – <http://www.enfsimembers.org/>. 2007.

13. High performance capillary electrophoresis. An introduction. David Heiger. Copyright © 2000 Agilent Technologies.

14. Michael Trimble. The Current Status of GSR Examination // FBI Law Enforcement Bulletin. – Washington May 2011.

# ЭКСПЕРТИЗА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРЕННЫХ КОЛБАС

*Н.Б. Щербакова*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление соответствия колбасного изделия требованиям нормативно-технической документации.

Качественное и количественное определение применяемых в колбасном производстве добавок для решения вопросов о соответствии колбасного изделия требованиям рецептур, ГОСТов, ТУ.

### Объекты исследования

Вареные колбасы.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Соответствует ли представленный на исследование образец колбасы вареной ... (указать наименование) требованиям нормативно-технической документации (ГОСТов, ТУ)?

Соответствует ли представленный на исследование образец колбасы вареной ... (указать наименование) требованиям рецептуры на колбасу данного наименования?

Присутствует ли в представленном на исследование образце колбасы вареной ... (указать наименование) крахмал? Если да, то в каком количестве?

Присутствует ли в представленном на исследование образце колбасы вареной ... (указать наименование) сухое молоко?

Соответствует ли количество белков соединительной ткани представленного на исследование образца колбасы ... (указать наименование) требованиям рецептуры на колбасу данного наименования?

### Сущность методики

Установление массы нетто, органолептических и физико-химических показателей объекта исследования, выявление его качественного и количественного состава, анализ, сравнение и оценка результатов для решения вопросов о соответствии исследуемого объекта требованиям рецептур, ГОСТов (ТУ).

## Подзадачи

**1. Определение массы нетто; определение отклонений массы нетто одной упаковочной единицы колбасы вареной от номинальной массы в целях установления соответствия/несоответствия требованиям ГОСТа (ТУ).**

*Объект исследования.* Вареная колбаса.

*Принцип решения подзадачи.* Взвешивание.

**2. Определение органолептических показателей (внешнего вида, консистенции, вида фарша на разрезе, запаха и вкуса, формы, размера и вязки батонов); установление соответствия/несоответствия колбасы вареной требованиям ГОСТа (ТУ).**

*Объект исследования.* Вареная колбаса.

*Принцип решения подзадачи.* Наружный осмотр, надавливание шпателем, сенсорно (органолептически).

**3. Определение крахмала (качественное и количественное); установление соответствия/несоответствия рецептуры колбасы вареной требованиям ГОСТа (ТУ).**

*Объект исследования.* Измельченная вареная колбаса.

*Принцип решения подзадачи.* Качественная реакция, количественное определение методом титрования.

**4. Качественное определение сухого молока; установление соответствия/несоответствия рецептуры колбасы вареной требованиям ГОСТа (ТУ).**

*Объект исследования.* Измельченная вареная колбаса.

*Принцип решения подзадачи.* Исследование методом ТСХ в системе растворителей.

**5. Количественное определение оксипролина в целях установления возможной фальсификации колбасы путем замены мясных белков белками соединительной ткани, т.е. вложения в колбасный фарш мясopодуKтов, не предусмотренных рецептурой (свиная шкура, мясо голов и др.).**

*Объект исследования.* Измельченная вареная колбаса.

*Принцип решения подзадачи.* Исследование методом УФ-спектрофотометрии.

**6. Определение массовой доли влаги; установление соответствия/несоответствия колбасы вареной требованиям ГОСТа (ТУ), а также выявление нарушений технологических процессов производства или условий хранения.**

*Объект исследования.* Измельченная вареная колбаса.

*Принцип решения подзадачи.* Исследование методом гравиметрии (высушивание до постоянной массы).

**7. Определение массовой доли жира в целях установления соответствия/несоответствия колбасы вареной требованиям ГОСТа (ТУ), а также выявление возможной фальсификации путем замены основного сырья.**

*Объект исследования.* Измельченное вареное колбасное изделие.

*Принцип решения подзадачи.* Экстракционный метод с использованием аппарата Сокслета.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Вареная колбаса – пищевой продукт, изготовленный из мясного фарша с солью и специями в оболочке, подвергнутый обжарке с последующей варкой.

Вареные колбасные изделия выпускаются весовыми и в фасованном виде. Упаковываются под вакуумом или в условиях модифицированной атмосферы в прозрачные газонепроницаемые пленки или пакеты: целыми батонами – колбасы; целым куском массой от 200 до 1000 г (порционная нарезка); ломтиками массой нетто от 100 до 350 г без оболочки (сервировочная нарезка).

Основное сырье для производства вареных колбас – говядина, свинина, баранина, буйволятина и шпиг (твердый, полутвердый, мягкий).

В качестве вспомогательного сырья для производства вареных колбас применяются молочные продукты, крахмал, пряности, соль и др.

Молочные продукты повышают пищевую ценность, улучшают вкус и аромат колбас. Крахмал добавляется в фарш колбас более низких сортов для повышения влагопоглощительной способности. Пряности (мускатный орех, кардамон, перец, кориандр, чеснок и др.) добавляются для улучшения вкуса и аромата колбас. Соль добавляется для придания вкуса и частично для консервирования.

Колбасные оболочки придают форму изделиям, предохраняют от загрязнения, проникновения микроорганизмов, а также способствуют сохранению их вкуса и питательной ценности.

Добавки, применяемые в колбасном производстве, – это вещества, не предусмотренные как обязательные в рецептуре и вводимые в кол-

басные изделия для улучшения вкуса, запаха, консистенции, товарного вида конечного продукта, а также для рационального использования исходного сырья. Добавки должны быть безвредны для потребителя. Многие добавки являются основным средством фальсификации вареных колбас. Бесконтрольное применение добавок приводит к ухудшению питательных свойств продуктов, маскирует недоброкачественность сырья или низкий санитарно-гигиенический уровень производства, придает колбасным изделиям несвойственные вкус, запах и пр.

Соответствие колбасного изделия требованиям НТД характеризуется следующими признаками:

органолептические показатели (внешний вид, консистенция, вид фарша на разрезе, запах и вкус, форма, размер и вязка (товарная отметка) батонов);

наличие (отсутствие) крахмала;

массовая доля крахмала;

наличие (отсутствие) сухого молока;

массовая доля оксипролина (аминокислоты, которую содержат коллаген и эластин, присутствующие в соединительной ткани);

массовая доля влаги;

массовая доля жира.

### **Оборудование, материалы и реактивы<sup>1</sup>**

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 1000 г, не ниже 3 класса точности.

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 200 г, не ниже 2 класса точности.

Мясорубка с диаметром отверстий решетки 3,0–4,5 мм.

Холодильник бытовой.

Плитка электрическая с регулируемым нагревом.

Термометр с диапазоном измерений 0–100 °С с ценой деления 0,1 °С.

Линейка (точность – 1 мм).

Вытяжной шкаф.

Хроматографическая камера.

Пластины для ТСХ «Сорбфил» размером 10 × 10 см (типа ПТСХ-П-А, ПТСХ-П-А-УФ, ПТСХ-АФ-А, ПТСХ-АФ-А-УФ).

---

<sup>1</sup> Допускается применение другой аппаратуры, лабораторной посуды с метрологическими и техническими характеристиками, не хуже установленных, а также реактивов, по качеству не ниже указанных.

Приспособления для нанесения проб на хроматографические пластины (стеклянные капилляры, микрошприцы и пр.).

Нагревательный столик для тонкослойной хроматографии.

УФ-спектрофотометр типа «Lambda 14P» фирмы «Perkin-Elmer» (или аналогичный по техническим характеристикам).

Шкаф сушильный, обеспечивающий регулирование температуры  $103 \pm 2$  °С.

Эксикатор 2–140; 2–190; 2–250.

Баня водяная.

Бюксы металлические диаметром 50 мм, высотой 25–35 мм.

Аппарат Сокслета с экстракционной колбой вместимостью 150 см<sup>3</sup>.

Тарелки белые без рисунка.

Ножи и вилки из нержавеющей стали.

Металлическая игла для определения запаха в толще продуктов.

Сетка асбестовая.

Противовспенивающие средства (кусочки неглазированного фарфора, стеклянные шарики или диски из спрессованного стеклянного волокна).

Шпатель.

Пинцет.

Перчатки (латексные, полиэтиленовые и др.).

Стеклянные палочки.

Песок очищенный прокаленный.

Бумага индикаторная лакмусовая или универсальная.

Бумага фильтровальная.

Фильтры бумажные обеззоленные.

Часовое стекло или чашки Петри стеклянные диаметром 100 мм.

Холодильник ХШ-1-400-29/32 ХС.

Колбы П-1-250-29/32 ТС.

Воронки В-36-80; В-100-150 ХС.

Колбы 1-50-2 или 2-50-2; 1-100-2; 2-100-2; 1-250-2; 2-250-2.

Цилиндры 1-10; 1-100 или 3-100.

Пипетки 1-2-1, 2-2-1 или 4-2-1; 1-2-2, 2-2-2 или 4-2-2; 2-2-10, 6-2-10.

Раствор Фелинга.

Раствор Люголя<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Раствор Люголя: в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды растворяют 2 г йодистого калия и 1,27 г кристаллического йода.

Калий йодистый, х.ч.

Йод кристаллический, ч.д.а.

Вода дистиллированная.

Медь серноокислая 5-водная перекристаллизованная, ч.д.а.

Кислота соляная, х.ч. (раствор с массовой долей 10 %).

Фенолфталеин, х.ч. (раствор в этиловом спирте с массовой долей 1 %).

Калий-натрий виннокислый 4-водный (винной кислоты калий-натриевая соль, сегнетова соль), х.ч.

Растворы концентрации  $\text{KOH} = 0,1 \text{ моль/дм}^3$  (0,1 н.) или стандарт-титры в ампулах концентрации  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH} = 0,1 \text{ моль/дм}^3$  (0,1 н.), х.ч.

Калий железистосинеродистый 3-водный (гексацианоферрат калия, желтая кровяная соль), х.ч. (раствор с массовой долей 15 %).

Цинк серноокислый 7-водный, х.ч. (раствор с массовой долей 30 %).

Натрий серноватистоокислый (натрия тиосульфат), ч. (раствор концентрации  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ ).

Кислота серная, х.ч. (раствор с массовой долей 25 %).

Спирт этиловый ректификованный, х.ч.

Крахмал растворимый, х.ч. (раствор с массовой долей 1 % в насыщенном растворе хлористого натрия).

Натрий хлористый, ч.д.а.

Стандартная смесь углеводов (сахароза, глюкоза, лактоза), ч.

Растворители для создания элюирующих систем:

бутанол–ацетон–вода в соотношении 10:12,5:2,5;

пропанол–этилацетат–вода в соотношении 30:5:15.

Олово двуххлористое, ч.

Оксипролин, ч.д.а.

Кислота лимонная, х.ч.

Хлорамин Б, х.ч.

Пара-диметиламинобензальдегид, ч.д.а.

Гексан, х.ч.

Петролейный эфир с температурой кипения от 50 до 60 °С, х.ч.

Кальций хлористый технический, х.ч.

Средства фиксации исследуемых объектов и иллюстрирования экспертных выводов (фотоаппаратура и фотоматериалы; устройства цифровой записи; компьютерная техника; принтеры и др.).

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Определение необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы. Определение наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность; наличие оттисков печатей, штампов, соответствующих пояснительных надписей и подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях).

Фотографирование упаковок.

Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>.

Фотографирование содержимого упаковки (объектов).

Взвешивание объектов исследования на весах с точностью до 0,01 г.

### ***Проведение исследования***<sup>3</sup>

#### ***Определение органолептических показателей***

Органолептические показатели (внешний вид колбасы, консистенция, вид фарша на разрезе, запах и вкус, форма, размер и вязка батонов) определяют сенсорно. Пробы анализируют при той же температуре, при которой данный продукт обычно употребляют.

Органолептические показатели вареных колбасных изделий определяют сначала на целом (неразрезанном), а затем на разрезанном продукте в следующей последовательности:

внешний вид, цвет и состояние поверхности (визуально, путем наружного осмотра);

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное либо полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>3</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

запах на поверхности продукта; при необходимости определения запаха в глубине продукта вводят специальную металлическую иглу в его толщу, затем быстро извлекают и определяют запах, оставшийся на поверхности иглы;

консистенция (надавливанием шпателем).

Для определения показателей разрезанного продукта осуществляют следующие действия:

колбасу освобождают от упаковки, оболочки и шпагата (клипсов) и с помощью острого ножа нарезают тонкими ломтиками так, чтобы на разрезе обеспечить вид и рисунок, характерные для данного продукта; визуально определяют цвет, вид и рисунок, а также структуру и распределение ингредиентов на только что сделанных поперечном и/или продольном разрезах продукции;

пробуют мясной продукт, нарезанный на ломтики (определяют специфический запах, аромат, вкус и сочность; отсутствие или наличие постороннего запаха и привкуса; степень выраженности аромата пряностей; соленость);

определяют консистенцию продукта надавливанием, разрезанием, разжевыванием (устанавливают плотность, рыхлость, нежность, жесткость, крошливость, упругость).

### *Определение крахмала*

Для определения крахмала проводят качественную йод-крахмальную реакцию; в случае обнаружения крахмала применяют метод его количественного определения, основанный на гидролизе крахмало-содержащей пробы с последующим ее взаимодействием с раствором Фелинга<sup>1</sup>. Для этого осуществляют следующее.

Колбасу, с которой снята оболочка, двукратно пропускают через мясорубку с диаметром отверстий решетки 3,0–4,5 мм; полученную массу каждый раз тщательно перемешивают. Затем небольшое количество полученной измельченной массы (около 1 г) наносят на кусок

---

<sup>1</sup> Растворы Фелинга готовят следующим образом.

Первый раствор: навеску сернистой меди массой 40 г растворяют в дистиллированной воде и объем доводят до метки в мерной колбе вместимостью 1000 см<sup>3</sup>.

Второй раствор: навески калия-натрия виннокислого массой 200 г и гидроокиси натрия массой 150 г растворяют в дистиллированной воде и объем доводят до метки в мерной колбе вместимостью 1000 см<sup>3</sup>.

Перед исследованием растворы смешивают.

фильтровальной бумаги, добавляют 2–3 капли дистиллированной воды и тщательно перемешивают. На полученную смесь наносят 2–3 капли раствора Люголя. При наличии крахмала поверхность окрашивается в синий или черно-синий цвет.

Для количественного определения крахмала 20 г полученной измельченной массы (с точностью до 0,01 г) помещают в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и приливают небольшими порциями 80 см<sup>3</sup> 10%-й соляной кислоты при одновременном размешивании стеклянной палочкой.

Колбу с содержимым присоединяют к обратному водяному холодильнику, ставят на плитку с асбестовой сеткой и кипятят 15 мин с периодическим перемешиванием содержимого вращательными движениями. Смесь охлаждают до комнатной температуры. Затем содержимое колбы количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и объем жидкости доводят дистиллированной водой до метки, причем попавший в колбу жир должен находиться над меткой.

После перемешивания содержимое колбы фильтруют через бумажный фильтр. 25 см<sup>3</sup> фильтрата вносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> и добавляют одну каплю 1%-го раствора фенолфталеина; фильтрат нейтрализуют 10%-м раствором гидроокиси натрия до появления слабой розовой окраски; тотчас же добавляют в колбу по каплям 10%-й раствор соляной кислоты до исчезновения розовой окраски, а затем еще 2–3 капли этой кислоты.

Для осветления гидролизата и осаждения белков к раствору пипеткой добавляют 1,5 см<sup>3</sup> 15%-го раствора желтой кровяной соли, а затем 1,5 см<sup>3</sup> 30%-го раствора сернокислого цинка. Колбу с содержимым охлаждают до комнатной температуры и доводят его объем дистиллированной водой до метки.

Вносят 10 см<sup>3</sup> прозрачного бесцветного фильтрата (при контрольном определении – 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды) пипеткой в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют 20 см<sup>3</sup> раствора Фелинга; содержимое перемешивают легким взбалтыванием и кипятят 3 мин.

После кипячения колбу с содержимым тотчас же охлаждают до комнатной температуры; объем жидкости доводят до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и дают осесть выпавшему осадку закиси меди.

В коническую колбу вместимостью 100–250 см<sup>3</sup> пипеткой вносят 20 см<sup>3</sup> отстоявшейся жидкости, последовательно добавляют 10 см<sup>3</sup>

30%-го раствора йодистого калия и 10 см<sup>3</sup> 25%-го раствора серной кислоты. Полученный раствор тотчас же титруют 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором тиосульфата натрия до слабо-желтой окраски. Затем добавляют 1 см<sup>3</sup> 1%-го раствора крахмала и медленно продолжают титрование до полного исчезновения синей окраски раствора. Точно так же производят титрование контрольного раствора. Если раствор йодистого калия имеет желтоватый цвет, то его необходимо обесцветить добавлением по каплям 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия.

Массовую долю крахмала ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(250 - 2) \cdot 50 \cdot 100 \cdot a}{20 \cdot 25 \cdot 10} = 248 \cdot a,$$

где (250 – 2) – объем гидролизата с поправкой на объем осадка, см<sup>3</sup>;

25 – объем фильтрата, взятый для нейтрализации и осаждения белков, см<sup>3</sup>;

50 – разбавление фильтрата после нейтрализации и осаждения белков, см<sup>3</sup>;

20 – навеска образца, г;

10 – объем гидролизата, взятый для кипячения, см<sup>3</sup>;

$a$  – количество крахмала, соответствующее объему 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия, г.

Объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия ( $X_1$ , см<sup>3</sup>) вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{K \cdot (V - V_1) \cdot 100}{20},$$

где  $K$  – поправка к титру 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия с точностью до 0,0001 моль/дм<sup>3</sup>;

$V$  – объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование контрольного раствора, мл;

$V_1$  – объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование испытуемого раствора, см<sup>3</sup>;

100 – разбавление гидролизата после кипячения, см<sup>3</sup>;

20 – объем титруемого раствора, см<sup>3</sup>.

#### *Определение сухого молока*

Для качественного определения сухого молока проводят хроматографическое обнаружение лактозы (молочного сахара), характерной для сухого молока. С этой целью необходимо выполнить следующую

пробоподготовку. Небольшое количество (50–100 г) вареной колбасы измельчают на мясорубке. Затем проводят извлечение углеводов небольшим количеством воды (5 г колбасы + 10 см<sup>3</sup> воды), гомогенизируя смесь в ступке или в стеклянном гомогенизаторе. Затем отфильтровывают 2–3 см<sup>3</sup> и прозрачный экстракт в количестве 2, 5 и 10 мм<sup>3</sup> наносят на хроматографическую пластину. Рядом с исследуемым экстрактом в качестве образцов-свидетелей наносят стандартную смесь углеводов (сахарозы, глюкозы, лактозы) в концентрации 5 мг/см<sup>3</sup> в количестве 1–2 мм<sup>3</sup>. После высушивания пластину помещают в хроматографическую камеру.

Возможно использование двух систем растворителей:

бутанол–ацетон–вода в соотношении 10:12,5:2,5;

пропанол–этилацетат–вода в соотношении 30:5:15.

В этих системах достаточно однократного прохождения растворителей, чтобы разделение смеси углеводов было удовлетворительным.

Для выявления углеводов без применения проявителей проводят нагревание пластин при температуре 200–250 °С до появления хроматографических зон желтого цвета. Оценку результатов исследования проводят сравнением величин хроматографической подвижности ( $R_f$ ) и окраски зон с соответствующими характеристиками образцов-свидетелей.

После этого формулируют вывод о результатах исследования методом ТСХ: в случае обнаружения на хроматограмме исследуемого экстракта хроматографической зоны, соответствующей стандартному образцу лактозы, формулируют вывод о присутствии в исследуемом колбасном изделии сухого молока.

#### *Определение оксипролина*

Для количественного определения оксипролина применяют метод, основанный на выделении оксипролина при кислотном гидролизе пробы продукта, проведении реакции окисления оксипролина до пиррола и его конденсации с пара-диметиламинобензальдегидом в окрашенное соединение, экстинкция которого измеряется спектрофотометрически при длине волны 560 нм.

Закладывают 12 г измельченной колбасы, взвешенной с точностью до 0,01 г, в двухгорлую круглодонную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Добавляют 40 см<sup>3</sup> раствора двухлористого олова в соляной кислоте, присоединяют к одному горлу обратный холодильник, в другое горло

вставляют термометр; ставят колбу в колбонагреватель, отрегулированный так, чтобы температура смеси в колбе была  $110 \pm 2$  °С. Смесь гидролизуют в течение 6 ч, периодически встряхивая. По окончании гидролиза колбу охлаждают, содержимое фильтруют в мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup> и доводят дистиллированной водой до метки.

Отбирают 50 мм<sup>3</sup> смеси (для проб с очень высоким содержанием соединительной ткани – 30 мм<sup>3</sup>) в пробирку емкостью 10 см<sup>3</sup>, добавляют 1 см<sup>3</sup> хлораминного буфера<sup>1</sup>, закрывают пробкой, встряхивают и выдерживают при комнатной температуре 20 мин. Одновременно готовят контрольную серию растворов, содержащих 50, 100 и 150 мм<sup>3</sup> калибровочного раствора оксипролина, что соответствует содержанию 5, 10 и 15 мкг оксипролина. В каждую пробирку добавляют 1 см<sup>3</sup> хлораминного буфера и выдерживают 20 мин.

Так же готовят холостую пробу, содержащую вместо 50 мм<sup>3</sup> гидролизата 50 мм<sup>3</sup> дистиллированной воды.

После окисления хлораминном добавляют 1 см<sup>3</sup> красителя<sup>2</sup> и 6 см<sup>3</sup> этилового спирта; закрывают пробкой, хорошо встряхивают и ставят для развития цвета на 30 мин в водяную баню с температурой 60 °С. После этого все 5 пробирок охлаждают в холодной воде и через 10 мин измеряют оптическую плотность при длине волны 560 нм по отношению к холостой пробе.

На основе значений оптической плотности контрольной серии строят калибровочный график, по которому с помощью полученного значения оптической плотности для исследуемого образца находят концентрацию оксипролина в исследуемой пробе (в мкг/см<sup>3</sup>).

Массовую долю оксипролина вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot 100}{m \cdot V \cdot 10^6},$$

где  $X$  – массовая доля оксипролина, %;

$C$  – концентрация оксипролина, найденная по калибровочному графику, мкг/см<sup>3</sup>;

<sup>1</sup> Хлораминный буфер: 0,4 г хлорамина-В растворяют в 100 мл цитрат-ацетатного буфера. (Готовить в день исследования.)

<sup>2</sup> Краситель: 10 г пара-диметиламинобензальдегида (перекристаллизованного или переосажденного) растворяют в 100 мл 42%-й хлорной кислоты (HClO<sub>4</sub>, ч.д.а.). Хранят раствор в охлажденном состоянии в темном месте.

200 – объем гидролизата, см<sup>3</sup>;

10<sup>3</sup> – коэффициент пересчета в мкл;

100 – коэффициент перевода в %;

$m$  – количество продукта, взятого для проведения анализа, г;

$V$  – количество гидролизата, взятого для цветной реакции, мкл;

10<sup>6</sup> – коэффициент пересчета в мкг.

Количество белков соединительной ткани в процентах вычисляют по формуле:

$$Y = X \cdot 8,07,$$

где 8,07 – коэффициент пересчета на белки соединительной ткани.

#### *Определение массовой доли влаги [2]*

При количественном определении влаги в колбасе используют метод высушивания навески пробы с песком до постоянной массы при температуре  $103 \pm 2$  °С.

Проводят тщательную подготовку пробы. Для этого отбирают не менее 200 г объекта исследования, измельчают, дважды пропуская через мясорубку, и тщательно перемешивают. Для анализа требуется 4–5 г измельченной пробы, взвешенной с точностью до третьего десятичного знака. Затем помещают в чашку песок очищенный, прокаленный в количестве, примерно в 3–4 раза превышающем массу навески, и высушивают чашку, песок и стеклянную палочку в течение 30 мин в сушильном шкафу при температуре  $103 \pm 2$  °С. Чашку с содержимым и стеклянной палочкой охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают; значение массы записывают с точностью до третьего десятичного знака ( $m_0$ ). Затем в чашку с песком и стеклянной палочкой помещают 4–5 г испытуемой пробы и повторно взвешивают; значение массы записывают с точностью до третьего десятичного знака ( $m_1$ ). Содержимое чашки перемешивают стеклянной палочкой. Затем чашку с содержимым и стеклянной палочкой выдерживают в сушильном шкафу при температуре  $103 \pm 2$  °С в течение 2 ч, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают; значение массы записывают с точностью до третьего десятичного знака.

Для лучшего перемешивания пробы с песком допускается добавлять в чашку этиловый спирт (в этом случае перед высушиванием пробы в сушильном шкафу этиловый спирт необходимо аккуратно выпарить: поместить чашку с содержимым на водяную баню до исчезновения запаха этилового спирта).

Высушивание, охлаждение и взвешивание повторяют до тех пор, пока расхождение между результатами двух последовательных взвешиваний, различающихся по времени высушивания на 1 ч, будет не более 0,1 % массы навески.

Массовую долю влаги ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1 - m_0},$$

где  $m_0$  – масса чашки с палочкой и песком, г;

$m_1$  – масса чашки с навеской пробы, палочкой и песком перед высушиванием, г;

$m_2$  – масса чашки с навеской пробы, палочкой и песком после высушивания, г.

Вычисления проводят с точностью до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

#### *Определение массовой доли жира [1]*

Для количественного определения жира применяют метод с использованием экстракционного аппарата Сокслета.

Пробу колбасы нарезают острым ножом на ломтики толщиной не более 1 мм, после чего их режут на полоски и рубят ножом так, чтобы размер частиц пробы был не более 1 мм; затем тщательно перемешивают.

Взвешивают 4–5 г пробы в колбе. Добавляют в колбу с пробой 50 см<sup>3</sup> 4 моль/дм<sup>3</sup> раствора соляной кислоты, накрывают колбу небольшим часовым стеклом и нагревают содержимое на асбестовом полотне на электрической плитке с закрытой спиралью до начала кипения. Продолжают кипячение при слабом нагреве не менее 1 ч, периодически встряхивая, и добавляют не менее 150 см<sup>3</sup> горячей дистиллированной воды (температура не более 80 °С). Содержимое колбы фильтруют через складчатый бумажный фильтр, помещенный в воронку.

Колбу и часовое стекло промывают три раза (25 ± 5 см<sup>3</sup>) горячей дистиллированной водой (температура не более 80 °С) и сушат в сушильном шкафу при температуре 103 ± 2 °С. После промывки фильтра горячей водой (до отсутствия изменения цвета синей лакмусовой бумажки) его помещают на часовое стекло или чашку Петри и сушат не менее 1 ч в сушильном шкафу при температуре 103 ± 2 °С. Охлажденный фильтр вставляют в экстракционную гильзу. Удаляют следы жира с часового стекла (или чашки Петри) ватой, увлажненной раство-

рителем для экстрагирования (гексаном или петролейным эфиром), и помещают вату в гильзу. Фильтровальную бумагу, гильзу и вату переносят с помощью пинцета. Гильзу вставляют в экстракционный аппарат. Высушенную колбу, в которой осуществлялась обработка продукта соляной кислотой, промывают растворителем для экстрагирования жира (гексаном или петролейным эфиром). Промывную жидкость переносят в экстракционную колбу аппарата Сокслета. Предварительно экстракционную колбу с несколькими кусочками фарфора для равномерного кипения выдерживают не менее 1 ч в сушильном шкафу при температуре  $103 \pm 2$  °С, охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе с хлористым кальцием и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

В экстракционную колбу вливают растворитель, общее количество которого должно превышать в полтора-два раза вместимость экстракционного аппарата. Нагревают экстракционную колбу на водяной или песчаной бане не менее 4 ч (за 1 ч должно быть не менее 5 и не более 10 сливов экстракта).

После извлечения жира экстракционную колбу отсоединяют от экстракционного аппарата и отгоняют растворитель. Экстракционную колбу сушат не менее 1 ч в сушильном шкафу при температуре  $103 \pm 2$  °С и после охлаждения в эксикаторе до комнатной температуры взвешивают с погрешностью не более 0,001 г. Процедуру высушивания повторяют до тех пор, пока расхождение двух последовательных взвешиваний будет не более 0,1 % массы пробы, взятой для анализа.

Полноту экстрагирования проверяют, взяв вторую экстракционную колбу и экстрагируя не менее 1 ч новой порцией растворителя. Увеличение массы жира не должно превышать 0,1 % массы пробы, взятой для анализа.

Массовую долю жира ( $X_2$ , %) вычисляют по формуле:

$$X_2 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

где  $m$  – масса пробы, взятой для анализа, г;

$m_1$  – масса экстракционной колбы с кусочками фарфора, г;

$m_2$  – масса экстракционной колбы с кусочками фарфора и жиром после высушивания, г.

### ***Оценка результатов исследования***

Краткое изложение результатов исследования; оценка их идентификационной значимости.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при выявлении в составе колбасы качественного и/или количественного содержания компонентов, предусмотренных рецептурой на колбасу данного наименования, а также соответствие их количественного содержания требованиям нормативно-технической документации.

*Пример.* Исследованный образец колбасы вареной «Докторская» соответствует требованиям ГОСТ Р 52196 «Изделия колбасные вареные. Технические условия» по органолептическим показателям (внешнему виду, консистенции, форме, размеру и вязке батона) и проверенным физико-химическим показателям (массовой доле влаги и массовой доле жира).

Категорический отрицательный вывод формулируется при выявлении одного или нескольких признаков, указывающих на отсутствие в исследуемом образце компонентов, предусмотренных рецептурой на колбасное изделие данного наименования, либо на несоответствие их количественного содержания требованиям нормативно-технической документации.

#### *Примеры.*

Исследованный образец колбасы вареной «Докторская» не соответствует требованиям рецептуры, следовательно и требованиям ГОСТ Р 52196 «Изделия колбасные вареные. Технические условия», поскольку содержит в своем составе крахмал, не предусмотренный рецептурой на колбасу «Докторская» высшего сорта.

Исследованный образец колбасы вареной «Докторская» не соответствует требованиям ГОСТ Р 52196 «Изделия колбасные вареные. Технические условия» по органолептическим показателям (наличию загрязнений на оболочке, рыхлому фаршу на оболочке) и физико-химическим показателям (завышенной массовой доле влаги).

#### Вероятный вывод недопустим.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

количества объекта недостаточно для выявления комплекса признаков и формулирования выводов;

первоначальные свойства объекта изменены по каким-либо причинам.

*Пример.* Ответить на вопрос о соответствии представленного на исследование образца колбасы вареной требованиям ТУ (указать номер) не представляется возможным ввиду отсутствия в распоряжении эксперта достаточного количества объекта для выявления комплекса признаков.

### Литература

1. ГОСТ 23042. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира.

2. ГОСТ Р 51479. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги.

3. ГОСТ Р 52196. Изделия колбасные вареные. Технические условия.

4. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск, 1999.

5. Исследование продовольственных товаров / Л.А. Боровикова, А.И. Гримм, А.Л. Дорофеев и др. – М., 1980.

6. Программа профессиональной подготовки экспертов лабораторий исследования пищевых продуктов / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

7. *Савицкий А.Н., Бельцова Т.Ф., Федюшкин А.Б.* Комплексное экспертное исследование вареных колбас. – Ч. 1. – М.: ЭКЦ МВД России, 1992.

8. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. А.А. Покровского. – М., 1976.

9. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. проф. И.М. Скурихина, проф. В.А. Тутельяна. – М., 2002.

10. Экспертиза мяса и мясопродуктов. Качество и безопасность / Под общей ред. проф. В.М. Поздняковского. – Новосибирск, 2007.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАЯ

*О.М. Артамошкина*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление соответствия различных сортов чая требованиям нормативно-технической документации.

### Объекты исследования

Чай черный; зеленый и желтый байховый чай; плиточный и зеленый кирпичный чай.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Соответствует ли представленный на исследование образец чая (указать наименование) требованиям нормативно-технической документации (ГОСТов, ТУ)?

Соответствует ли представленный на исследование образец чая сортности, указанной на этикетке?

Присутствует ли кофеин в представленном на исследование образце чая и в каком количестве?

Соответствует ли представленный на исследование образец чая своему наименованию?

Идентичны ли представленный на исследование образец чая (в оригинальной упаковке) и чай, представленный в качестве образца сравнения (нефасованный из мешка)?

### Сущность методики

Определение органолептических и физико-химических показателей чайного листа.

Установление состава, анализ, сравнение и оценка результатов.

### Подзадачи

#### **1. Исследование внешнего вида, вкуса, аромата.**

*Объекты исследования.* Сухой продукт; напиток.

*Принцип решения подзадачи.* Визуально; микроскопией; органолептически.

**2. Определение массовой доли влаги.**

*Объект исследования.* Чай (сухой продукт).

*Принцип решения подзадачи.* Высушивание навески до постоянной массы.

**3. Определение массовой доли мелочи.**

*Объект исследования.* Сухой продукт.

*Принцип решения подзадачи.* Ручным способом или с помощью устройства для выделения мелочи в чае.

**4. Определение массовой доли металломагнитной примеси.**

*Объект исследования.* Сухой продукт.

*Принцип решения подзадачи.* Ручным способом.

**5. Определение содержания танина.**

*Объект исследования.* Напиток.

*Принцип решения подзадачи.* Окисление танина чая марганцово-кислым калием при участии индигокармина в качестве индикатора.

**6. Определение содержания кофеина.**

*Объект исследования.* Раствор чая.

*Принципы решения подзадачи.* Экстракция хлороформом кофеина из предварительно нагретого и обработанного водным аммиаком материала; методом жидкостной хроматографии.

**7. Определение водорастворимых экстрактивных веществ.**

*Объект исследования.* Раствор чая.

*Принцип решения подзадачи.* Экстрагирование водорастворимых веществ из пробы чая кипячением.

**8. Определение общей, водонерастворимой и водорастворимой золы.**

*Объект исследования.* Чай (сухой продукт).

*Принцип решения подзадачи.* Нагрев навески чая до прекращения процесса обугливания.

**9. Определение сырой клетчатки.**

*Объект исследования.* Чай (сухой продукт).

*Принципы решения подзадачи.* Кипячение измельченной пробы чая с раствором серной кислоты; фильтрация и промывание нерастворимого осадка; кипячение остатка с раствором гидроокиси натрия; фильтрация, промывание, сушка; взвешивание нерастворимого остатка и определение потери массы при прокаливании.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Органолептические показатели; результаты микроскопического исследования; массовая доля влаги; массовая доля мелочи; массовая доля металломагнитной примеси; содержание танина; содержание кофеина; массовая доля сухих веществ; наличие водорастворимых экстрактивных веществ; массовая доля золы; наличие сырой клетчатки.

### **Оборудование, материалы и реактивы<sup>1</sup>**

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 1000 г; не ниже 3 класса точности.

Чайники и чашки фарфоровые.

Оптический микроскоп с возможностью работы в поляризованном свете.

Мельница лабораторная марки МРП-2 (или других аналогичных марок).

Шкаф сушильный, обеспечивающий регулирование температуры  $103 \pm 2$  °С или  $120 \pm 2$  °С.

Эксикаторы (2–140; 2–190; 2–150).

Термометр стеклянный технический на 150 °С.

Устройство для выделения мелочи в чае (УМЧ).

Сито с диаметром отверстия 180–200 мм с сеткой № 04.

Подковообразный магнит (подъемная сила не менее 5 кг) или электромагнит.

Жидкостный хроматограф типа «Милихром» моделей 4, 5, А02; «Agilent Technologies» – 1100, 1200; «Waters Alliance» (или аналогичный по техническим характеристикам), укомплектованный УФ-детектором с фотодиодной матрицей либо многоволновым УФ-спектрофотометром, обеспечивающим возможность регистрации УФ-спектров отдельных компонентов хроматограммы.

Плитка электрическая с регулируемым нагревом.

Печь муфельная, обеспечивающая поддержание температуры  $550 \pm 25$  °С.

---

<sup>1</sup> Допускается применение другой аппаратуры, лабораторной посуды с метрологическими и техническими характеристиками, не хуже установленных в стандарте, а также реактивов, по качеству не ниже указанных.

Насос водоструйный (или вакуумный).

Фильтр из обеззоленной фильтровальной бумаги (или из тонкой ткани).

Бумага универсальная индикаторная с диапазоном рН 0–12.

Противовспенивающие средства: кусочки неглазированного фарфора, стеклянные шарики или диски из спрессованного стеклянного волокна («кипелки»).

Лабораторная химическая посуда: колбы плоскодонные; колбы для фильтрации под вакуумом; колбы мерные; цилиндры измерительные; бюксы стеклянные; воронки Бюхнера № 3 и 4; чаши выпарительные; бюретки; пипетки; воронки делительные цилиндрические.

Калий марганцовокислый, 0,1 н. раствор.

Раствор индигокармина (1 г растворяют в 50 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты, х.ч. и доводят до 1000 см<sup>3</sup> дистиллированной водой).

Песок кварцевый.

Аммиак водный, 25%-й раствор.

Квасцы алюмокалиевые.

Вазелин медицинский.

Калия гидрат окиси (кали едкое), 25%-й раствор.

Тиосульфат натрия, 0,1 н. раствор.

Йод металлический, 0,1 н. раствор.

Кислота ортофосфорная для электронной промышленности, ос.ч.

Диэтиламин (содержание основного вещества – более 99 %<sub>масс.</sub>).

Ацетонитрил для жидкостной хроматографии, ос.ч.

Метанол марки х.ч. (содержание основного вещества – не менее 99,8 %<sub>масс.</sub>).

Гелий газообразный очищенный марки А.

Кальций хлористый плавленый, х.ч.

Кислота серная, ч.д.а. или х.ч. (раствор с массовой долей 1,25 %).

Кислота серная, 10%-й раствор.

Натрия гидроокись, ч.д.а. (раствор с массовой долей 1,25 %).

Кислота соляная, ч.д.а. или х.ч. (раствор с массовой долей 1 %).

Спирт этиловый ректифицированный технический.

Эфир этиловый технический.

Вода дистиллированная.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы. Установление наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность; наличие оттисков печатей, штампов, соответствующих пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях). Фотографирование упаковки.

Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>. Фотографирование содержимого упаковки (объектов).

Взвешивание образцов на весах с точностью до 0,01 г.

### ***Проведение исследования***<sup>3</sup>

#### *Определение органолептических показателей*

Для определения массы нетто из потребительской тары отбирают упаковочные единицы. Содержимое каждой упаковочной единицы взвешивают отдельно (допускается следующее отклонение в массе от норм, установленных соответствующими нормативно-техническими документами на продукцию: при проверке 10 упаковочных единиц – в трех; при проверке трех упаковочных единиц – в одной).

Длину и ширину плиточного и зеленого кирпичного чая измеряют металлической линейкой; высоту измеряют штангенциркулем.

Из средней пробы отбирают навеску массой 100 г и высыпают тонким слоем на лист белой бумаги. Из взятой навески берут 3 г чая

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное либо полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>3</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

с погрешностью взвешивания не более 0,1 г, помещают в специальный фарфоровый чайник, заливают крутым кипятком, не доливая чайник на 4–6 мм, и закрывают крышкой. Через 7 мин (для зеленого кирпичного чая) и через 5 мин (для остальных видов чая) настой из чайника сливают в специальную фарфоровую чашку, встряхивая чайник несколько раз, чтобы полностью стекли последние наиболее густые капли настоя.

Анализ чая проводят через 1,0–1,5 мин после слива настоя в чашку.

Внешний вид сухого чая определяют путем его осмотра при дневном рассеянном свете или ярком искусственном освещении. Интенсивность цвета, оттенок и прозрачность (чистоту) настоя определяют визуально.

Аромат определяют в парах разварки чая. При установлении аромата выявляют посторонние, не свойственные чаю запахи и дефекты. Затем определяют вкус чая, отмечая полноту, степень выраженности и его терпкость, а также посторонние привкусы, не свойственные чаю. Цвет разваренного листа определяют после выкладывания его на крышку чайника.

#### *Микроскопическое исследование*

При микроскопическом исследовании<sup>1</sup> отделяют крупные фракции от мелкой. Выявляют и описывают анатомо-морфологические признаки частиц в целях таксономической диагностики растения. Исследование проводят невооруженным глазом и методом оптической микроскопии. Таксономическую принадлежность растительных частиц проводят с помощью атласов и определителей [6].

#### *Определение массовой доли влаги [1]*

Сущность метода заключается в высушивании навески чая при определенной температуре и вычислении потери массы по отношению к массе навески до высушивания. Для этого производят следующие действия.

Хлористый кальций нагревают на металлическом листе; при этом образуется жидкая масса. Когда вода из нее полностью испарится, нагревание усиливают и продолжают прокалывание до получения сухого вещества, которое разбивают на мелкие куски и заправляют ими эксикатор; оставшуюся часть хранят в банке с притертой пробкой.

---

<sup>1</sup> Проводится специалистом, имеющим право самостоятельного производства экспертиз по экспертной специальности «Ботаническая экспертиза».

Бюксу помещают в сушильный шкаф, нагревают до температуры 130–135 °С, выдерживают при этой температуре 20 мин; затем помещают в эксикатор, охлаждают и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

Навеску зеленого кирпичного чая массой 15 г перед анализом измельчают на лабораторной мельнице.

Две навески чая массой 3 г каждая взвешивают с погрешностью не более 0,001 г и насыпают в предварительно подготовленные бюксы.

Открытые бюксы (не более 8 шт.) с пробой и крышки помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры  $103 \pm 2$  °С. Высушивают пробы в течение 6 ч; затем бюксы закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После взвешивания пробы высушивают еще раз при такой же температуре в течение 1 ч до постоянной массы.

При технологическом контроле допускается высушивание один раз при температуре  $120 \pm 2$  °С в течение 1 ч и второй раз – в течение 30 мин.

Если необходимо, то повторяют эти операции до тех пор, пока разница между результатами двух взвешиваний будет не более 0,005 г.

Обработка результатов:

массовую долю влаги ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

где  $m_1$  – масса бюксы с навеской до высушивания, г;

$m_2$  – масса бюксы с навеской после высушивания, г;

$m$  – масса навески до высушивания, г.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не превышает 0,2 %. Результат вычисляют до первого десятичного знака.

#### *Определение массовой доли мелочи ручным способом*

Навеску чая массой около 100 г, взятую из объединенной пробы, взвешивают с погрешностью не более 0,1 г; помещают на сито, просеивают в течение 3 мин путем равномерного встряхивания по 100–120 качаний в минуту.

Обработка результатов:

массовую долю мелочи ( $X_1$ , %), прошедшей через сито, вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{m_3 \cdot 100}{m_4},$$

где  $m_3$  – масса мелочи с погрешностью взвешивания не более 0,01 г;  
 $m_4$  – масса навески чая, г.

Максимальная погрешность определения показателя массовой доли мелочи – не более  $\pm 0,2$  % при доверительной вероятности  $P=0,95$ . Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

*Определение массовой доли мелочи с помощью устройства  
для выделения мелочи в чае*

Навеску чая массой около 100 г, взятую из объединенной пробы, взвешивают с погрешностью не более 0,1 г; помещают на сито устройства для выделения мелочи и просеивают. Далее осуществляют те же действия, что и при определении массовой доли мелочи ручным способом.

*Определение массовой доли металломагнитной примеси  
ручным способом*

Из объединенной пробы выделяют методом квартования навеску чая массой около 500 г и взвешивают с погрешностью не более 0,1 г. Навеску чая рассыпают ровным слоем толщиной не более 2 см на листе белой бумаги (или стекле). Металломагнитные примеси извлекают из чая подковообразным магнитом (или электромагнитом).

Для облегчения снятия металломагнитных примесей надевают на полюса магнита наконечники из тонкой папиросной бумаги, плотно прилегающие, без зазоров. Магнит перемещают в слое чая параллельно одной из сторон листа бумаги (или стекла) так, чтобы покрыть всю пробу бороздками, не оставляя непройденных промежутков.

Каждые 1–2 мин с магнита снимают бумагу с приставшими частичками металломагнитной примеси, которые собирают в фарфоровой ступке. Извлечение производят до тех пор, пока не перестанут притягиваться новые частички металломагнитной примеси при погружении магнита в чай.

Собранную в ступке металломагнитную примесь измельчают пестиком. Отделенные от посторонних примесей металлические частицы вновь извлекают магнитом; переносят их во взвешенную бюксу и взвешивают с погрешностью не более 0,01 мг.

Линейный размер частичек металла определяют на миллиметровой бумаге через увеличительное стекло.

Обработка результатов:

массовую долю металломагнитной примеси ( $X_2$ , %) вычисляют по формуле:

$$X_2 = \frac{m_5 \cdot 10^{-4}}{m_6},$$

где  $m_5$  – масса металломагнитной примеси, мг;

$m_6$  – масса навески чая, г.

Максимальная погрешность определения показателя массовой доли металломагнитной примеси – не более  $\pm 4$  % при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

#### *Определение содержания танина [2]*

Метод основан на окислении танина чая марганцовокислым калием при участии индигокармина в качестве индикатора.

Первый способ. 2,5 г предварительно измельченной навески чая, взятой из средней пробы с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г, помещают в колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>; приливают 200 см<sup>3</sup> кипящей дистиллированной воды и ставят на водяную баню. Экстракцию проводят в течение 45 мин. Экстракт фильтруют под вакуумом через воронку Бюхнера в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>; фильтрат переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, охлаждают и доводят дистиллированной водой до метки.

Второй способ. 2,5 г навески чая, взятой из средней пробы с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г, помещают в сосуд гомогенизатора вместимостью 400 см<sup>3</sup>; приливают 250 см<sup>3</sup> кипящей дистиллированной воды и гомогенизируют в течение 2 мин при 12,0 тыс. об/мин. Часть экстракта (не менее 15 см<sup>3</sup>) фильтруют через четырехслойную марлю.

Для определения содержания танина осуществляют следующие действия. Пипеткой отбирают 10 см<sup>3</sup> экстракта и помещают в выпарительную чашу; добавляют 750 см<sup>3</sup> водопроводной воды, 25 см<sup>3</sup> раствора индигокармина и титруют 0,1 н. раствором марганцовокислого калия при постоянном перемешивании стеклянной палочкой. Синяя окраска при этом постепенно переходит через сине-зеленую, темно- и светло-зеленую, желто-зеленую в желтую с золотистым оттенком.

Конец реакции определяют по исчезновению зеленого оттенка и появлению чистого желтого цвета. Затем подсчитывают количество 0,1 н. раствора марганцовокислого калия (в кубических сантиметрах), израсходованного на окисление танина.

Аналогичным образом устанавливают количество марганцовокислого калия, израсходованного на контрольное титрование раствора индигокармина в воде.

Обработка результатов:

количество танина ( $A_1$ , %) определяют по формуле:

$$A_1 = \frac{(a - a_1) \cdot 0,004157 \cdot V \cdot 100}{V_1 \cdot m},$$

где  $a$  – количество 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, израсходованного на окисление танина, см<sup>3</sup>;

$a_1$  – количество 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, израсходованного на контрольное титрование раствора индигокармина;

0,004157 – количество танина, окисляемое 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, г;

$V$  – количество полученного экстракта чая, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – количество экстракта чая, взятого для испытания, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески абсолютно сухого чая, г.

Если результат анализа примерно равен значению нормы содержания танина для соответствующего вида чая, то необходимо проведение двух дополнительных определений.

#### *Определение содержания кофеина йодометрическим методом [2]*

Метод основан на быстром извлечении хлороформом кофеина из предварительно нагретого и обработанного водным аммиаком материала.

2,5 г предварительно измельченной навески чая, взятой из средней пробы с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г, помещают в колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>; прибавляют 6 г кварцевого песка и перемешивают.

Одновременно определяют влажность чая.

Колбу ставят на кипящую водяную баню на 2 мин, затем прибавляют 10–15 см<sup>3</sup> 25%-го раствора аммиака до полного смачивания материала. Через 5 мин прибавляют 90 см<sup>3</sup> хлороформа и кипятят с обратным холодильником в течение 15 мин.

После охлаждения жидкость фильтруют через вату в колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, содержащую 0,6 г алюмокалиевых квасцов в порошке и 2 г вазелина. Оставшийся после экстракции материал промывают семь раз, используя для этого 30 см<sup>3</sup> хлороформа, после чего хлороформ сливают в колбу, содержащую квасцы и вазелин.

Обесцвеченную жидкость фильтруют через смоченную водой вату в делительную воронку вместимостью 250 см<sup>3</sup>, а колбу промывают водой три раза по 10 см<sup>3</sup>; затем воду сливают через ту же вату и в ту же делительную воронку.

К жидкости, собранной в делительной воронке, добавляют 3 см<sup>3</sup> 25%-го раствора едкого кали, 10–15 капель 2%-го раствора марганцовокислого калия, 30 см<sup>3</sup> хлороформа и взбалтывают в течение 3 мин (в случае образования эмульсии увеличивают количество хлороформа).

Хлороформ сливают через смоченный этим же раствором фильтр в колбу и повторяют взбалтывание жидкости в делительной воронке еще три раза, беря каждый раз по 20 см<sup>3</sup> хлороформа. Хлороформ отгоняют; остаток в колбе растворяют в 5 см<sup>3</sup> 10%-го раствора серной кислоты и профильтровывают через маленький бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>. Колбу с остатком кофеина промывают еще три раза 5 см<sup>3</sup> 10%-го раствора серной кислоты, которую фильтруют через тот же фильтр в ту же колбу.

Затем прибавляют 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода, содержимое колбы доливают до метки дистиллированной водой, хорошо перемешивают и оставляют в прохладном месте на 20–30 мин до полного осаждения периодида.

Йодный раствор осторожно фильтруют через кусочек ваты в сухую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, причем первые порции фильтрата отбрасывают. 25 см<sup>3</sup> фильтрата титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия.

Содержание кофеина ( $D$ , %) определяют по формуле:

$$D = \frac{(a - 2b) \cdot 0,00485 \cdot 100}{m},$$

где  $a$  – количество 0,1 н. раствора йода, взятое для испытания, см<sup>3</sup>;

$b$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование избытка йода, см<sup>3</sup>;

0,00485 – количество кофеина, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода, г;

$m$  – масса навески абсолютно сухого чая.

*Определение содержания кофеина**методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)*

Сущность методики заключается в экстрагировании кофеина из исследуемого объекта и последующем анализе приготовленной пробы методом ВЭЖХ в целях количественного определения кофеина.

В качестве модельной смеси используется раствор кофеина в фосфатном буфере. Рекомендуемые значения концентрации кофеина в растворе – от 0,3 до 0,6 мг/см<sup>3</sup>.

Для количественного определения кофеина в исследуемых образцах применяют метод абсолютной градуировки. Для приготовления градуировочных растворов точные навески (точность взвешивания – 0,1 мг) стандартного образца кофеина растворяют в фосфатном буфере (точность дозирования фосфатного буфера – 0,1 см<sup>3</sup>) с таким расчетом, чтобы концентрация кофеина<sup>1</sup> в полученных растворах составляла 1,0; 0,5; 0,25 и 0,125 мг/см<sup>3</sup>.

При исследовании чая после стадии отбора проб точную навеску анализируемого вещества массой 500 мг помещают в колбу, заливают 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и нагревают на водяной бане до 90 °С при постоянном перемешивании, после чего выдерживают при заданной температуре 5–10 мин и охлаждают до комнатной температуры. Полученный экстракт фильтруют от осадка и доводят до pH 9–11 водным раствором гидроксида натрия. К полученному экстракту приливают 50 см<sup>3</sup> хлороформа и в течение 5 мин проводят экстракцию при интенсивном перемешивании. После полного расслаивания смеси с помощью делительной воронки отбирают хлороформный слой (экстракт). Операцию повторяют еще 2 раза. Хлороформные экстракты объединяют и упаривают досуха на роторном испарителе. К сухому остатку добавляют 5 см<sup>3</sup> фосфатного буфера (готовят, как указано выше). После полного растворения сухого остатка в фосфатном буфере полученный раствор фильтруют с помощью одноразовых фильтрующих патронов с фторопластовыми мембранными фильтрами с размером пор не более 0,5 мкм фирмы «Millipore» (Франция) (или другим фильтром с аналогичными характеристиками) и анализируют в указанных выше условиях. Анализ проводят не менее чем в двух повторностях.

<sup>1</sup> Здесь и далее значение концентрации указано в пересчете на свободный кофеин.

Выявление пика кофеина на хроматограмме экстракта исследуемого образца проводят путем сравнения времен удерживания пиков компонентов хроматограммы анализируемого образца с временем удерживания кофеина на хроматограмме модельной смеси и путем сравнения УФ-спектров компонентов хроматограммы анализируемого образца с УФ-спектром кофеина на хроматограмме модельной смеси (все хроматограммы и спектры должны быть получены при одинаковых условиях анализа).

Расчет концентрации кофеина в экстракте исследуемого образца кофе проводят по соответствующему градуировочному графику.

Массовую долю кофеина ( $X$ , %) в составе исследуемого образца вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C \cdot V \cdot 100}{m},$$

где  $C$  – концентрация кофеина в экстракте навески исследуемого образца чая, найденная по градуировочному графику, мг/см<sup>3</sup>;

$V$  – объем фосфатного буфера, использованного для экстракции сухого остатка хлороформного экстракта исследуемого образца чая, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески исследуемого образца чая, подвергнутая экстракции, мг.

#### *Определение водорастворимых экстрактивных веществ [3]*

Метод основан на экстрагировании водорастворимых веществ из пробы чая кипячением с обратным холодильником и количественном определении высушенного экстракта.

Изготавливают измельченную пробу исследуемого чая и определяют массовую долю сухих веществ.

Снимают крышки с бюксов и нагревают их в течение 1 ч в сушильном шкафу при температуре  $103 \pm 2$  °С. Накрывают бюксы крышками, охлаждают в эксикаторе 20–30 мин и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

Для анализа из измельченной пробы берут навеску массой нетто 2 г с погрешностью не более 0,001 г. Навеску помещают в плоскодонную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> и добавляют 200 см<sup>3</sup> горячей дистиллированной воды; соединяют колбу с обратным холодильником и кипятят на слабом огне в течение 1 ч, периодически вращая ее. Затем колбу охлаждают до 20 °С, переносят содержимое без потерь в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> и доводят до метки водой; тщательно перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр.

Пипеткой отбирают 50 см<sup>3</sup> фильтрата в бюксе и выпаривают до сухого состояния на водяной бане. Бюксу с сухим экстрактом и крышкой к ней нагревают в сушильном шкафу при температуре 103 ± 2 °С в течение 2 ч, закрывают крышкой, охлаждают 20–30 мин в эксикаторе и взвешивают. Высушивание повторяют до тех пор, пока разница между двумя последовательными взвешиваниями станет не более 0,002 %.

Массовую долю водного экстракта ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = m_1 \cdot \frac{500}{50} \cdot \frac{100}{m_0} \cdot \frac{100}{R_s},$$

где  $m_1$  – масса сухого водного экстракта, г;

$m_0$  – масса навески чая, г;

$R_s$  – массовая доля сухих веществ.

#### *Определение массовой доли общей золы [4]*

Тигель нагревают в течение 1 ч в муфельной печи при температуре 525 ± 25 °С, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

Навеску исследуемого продукта массой около 5 г, взвешенную с погрешностью не более 0,001 г, помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель.

Тигель с навеской нагревают на электрической плитке при температуре около 100 °С до прекращения процесса обугливания. Затем тигель переносят в муфельную печь и нагревают при температуре 525 ± 25 °С до полного исчезновения черных угольных частиц (приблизительно 2 ч). После этого охлаждают тигель в эксикаторе, увлажняют золу дистиллированной водой и подсушивают сначала на паровой бане, затем на электрической плитке. Возвращают тигель в печь на 60 мин, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Процедуру повторяют до тех пор, пока разность между результатами двух последующих взвешиваний станет не более 0,001 г.

Полученную общую золу оставляют для определения водорастворимой и водонерастворимой золы.

Массовую долю общей золы в продукте ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X_1 = m_1 \cdot \frac{100}{m_0} \cdot \frac{100}{R_s},$$

где  $m_1$  – масса общей золы, г;

$m_0$  – масса навески продукта, г;

$R_s$  – массовая доля сухих веществ в измельченной пробе.

*Определение массовой доли водонерастворимой  
и водорастворимой золы [4]*

К общей золе, находящейся в тигле, добавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды; тигель нагревают почти до кипения, затем содержимое фильтруют через обеззоленный фильтр. Тигель и фильтр промывают горячей дистиллированной водой до тех пор, пока общий объем фильтрата не будет равен 60 см<sup>3</sup>.

Затем фильтр и его содержимое помещают в тигель и осторожно выпаривают воду на паровой бане; после этого нагревают в муфельной печи при температуре  $525 \pm 25$  °С до полного исчезновения черных угольных частиц. Тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Снова нагревают в муфельной печи в течение 30 мин, охлаждают и взвешивают. Процедуру повторяют до тех пор, пока разность между результатами двух последующих взвешиваний станет не более 0,001 г.

Массовую долю водонерастворимой золы в продукте ( $X_1$ , %) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X_1 = m_2 \cdot \frac{100}{m_0} \cdot \frac{100}{R_S},$$

где  $m_2$  – масса водонерастворимой золы, г.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не превышает 0,2 %.

Массовую долю водорастворимой золы в продукте ( $X_2$ , %) вычисляют по формуле:

$$X_2 = (m_1 - m_2) \cdot \frac{100}{m_0} \cdot \frac{100}{R_S}.$$

Массовую долю водорастворимой золы в общей золе ( $X_3$ , %) вычисляют по формуле:

$$X_3 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1}.$$

*Метод определения сырой клетчатки [5]*

Метод основан на кипячении измельченной пробы чая с раствором серной кислоты определенной концентрации, фильтрации и промывании нерастворимого осадка, последующем кипячении остатка с

раствором гидроокиси натрия, фильтрации, промывании, сушке, взвешивании нерастворимого остатка и определении потери массы при прокаливании.

Для анализа используют измельченную пробу чая с известным содержанием сухих веществ.

Подготовка тигля Гуча. Тигель Гуча, содержащий тонкий, но плотный слой асбеста, взвешивают и прокаливают в муфельной печи при температуре  $550 \pm 25$  °С, повторяя процедуру до тех пор, пока разность между результатами двух последующих взвешиваний станет не более 0,001 г.

Подготовка фильтрующего устройства. Фильтр из ткани или обеззоленной фильтровальной бумаги вкладывают в воронку и слегка смачивают водой; воронку присоединяют к колбе с тубусом; колбу подсоединяют к насосу (при включении насоса фильтр должен плотно присосаться к воронке).

Обработка кислотой. Навеску исследуемого продукта массой 2,5 г взвешивают с погрешностью не более 0,001 г, помещают в стакан вместимостью 600 см<sup>3</sup> и приливают 200 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты, предварительно нагретого до температуры 95–100 °С. Уровень жидкости отмечают восковым карандашом на внешней стенке стакана. Сверху на стакан помещают конденсор (круглодонную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, наполненную холодной водой). Стакан нагревают, регулируя нагрев таким образом, чтобы довести раствор до кипения в течение 2 мин; затем кипятят на медленном огне в течение  $30 \pm 1$  мин, периодически перемешивая содержимое для возвращения в раствор частиц, прилипающих к стенкам стакана. При необходимости добавляют противовспенивающие средства. Во избежание изменения концентрации раствора уровень жидкости в стакане поддерживают постоянным, осторожно доливая до метки кипящую дистиллированную воду. По истечении 30 мин нагрев прекращают. Конденсор снимают, в стакан добавляют 50 см<sup>3</sup> холодной дистиллированной воды и быстро отделяют нерастворившийся осадок под вакуумом через заранее подготовленное фильтрующее устройство. Для этого раствор из стакана осторожно с помощью стеклянной палочки переносят на фильтр; стакан ополаскивают горячей водой температурой 95–100 °С порциями по 50 см<sup>3</sup> и промывают этой водой осадок на фильтре. Промывание осадка продолжают до нейтральной реакции фильтрата, определяемой по лакмусовой бумаге. Выделение и промывание осадка должны быть проведены не более чем за 30 мин.

При использовании для обработки кислотой устройства, состоящего из плоскодонной колбы и холодильника, навеску продукта помещают в плоскодонную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, приливают 200 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты, затем колбу присоединяют к обратному холодильнику. Далее анализ проводят, как указано выше.

Обработка гидроокисью натрия. Промытый осадок возвращают с фильтра в стакан и добавляют 200 см<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия, предварительно нагретого до температуры 95–100 °С. Сверху на стакан помещают конденсор. После добавления холодной воды раствор фильтруют через предварительно подготовленный тигель Гуча. Для этого тигель Гуча с помощью воронки и пробки вставляют в колбу с тубусом, соединенную с насосом, и проводят фильтрование при отсасывании. Затем стакан промывают горячей водой температурой 95–100 °С, этой же водой промывают осадок в тигле Гуча, после чего промывают раствором соляной кислоты и снова водой. Промывание проводят до тех пор, пока в промывной воде не исчезнет кислота (определяют по пробе на лакмусовую бумагу). После этого осадок в тигле Гуча промывают этиловым спиртом и этиловым эфиром, применяя отсасывание для удаления растворителей.

Сушка. Тигель Гуча высушивают в сушильном шкафу при температуре 130 ± 2 °С в течение 1 ч, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Процедуру повторяют до тех пор, пока разность между двумя последующими взвешиваниями станет не более 0,001 г.

Озоление. После сушки до постоянной массы тигель Гуча помещают в муфельную печь и прокаливают при температуре 550 ± 25 °С до постоянной массы (т.е. периодически охлаждают в эксикаторе и взвешивают). Озоление считают законченным, когда разность между двумя последующими взвешиваниями станет не более 0,001 г.

Массовую долю сырой клетчатки ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{100 \cdot (m_2 - m_3)}{m_1} \cdot \frac{100}{R_S},$$

где  $m_2$  – масса тигля с высушенным осадком до озоления, г;

$m_3$  – масса тигля с золой после озоления, г;

$m_1$  – масса навески, г;

$R_S$  – массовая доля сухих веществ в анализируемой пробе, %.

### **Оценка результатов исследования**

Краткое изложение результатов исследования; оценка их идентификационной значимости.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при выявлении соответствия показателей, предусмотренных нормативно-технической документацией на изделие данного наименования.

*Примеры.*

1. Представленные на исследование объекты ... представляют собой частицы чайного листа (различные по размеру и соотношению листовых и стеблевых частиц).

2. Представленная на исследование чайная продукция ... соответствует требованиям ГОСТ 1938–90 по массе нетто, органолептическим и основным физико-химическим показателям.

Категорический отрицательный вывод формулируется при выявлении одного (или нескольких) признаков, указывающих на несоответствие требований, предусмотренных нормативно-технической документацией на изделие данного наименования.

*Пример.* Чай, изъятый ... отличается от чая соответствующего наименования, представленного в качестве образца сравнения, по упаковке (внешний вид, цвет, реквизиты, используемые материалы), дате упаковки, органолептическим (аромат, вкус, внешний вид) и основным физико-химическим показателям (массовая доля экстрактивных веществ, общей и водорастворимой золы, мелочи и танина).

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных признаков, а также при отсутствии контрольных образцов.

*Пример.* Представленный на исследование чай (в оригинальной упаковке), изъятый ... мог быть расфасован из нефасованного чая из мешка ... представленного в качестве образца сравнения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

количества объекта недостаточно для выявления комплекса признаков и формулирования выводов;

первоначальные свойства объекта изменены по каким-либо причинам.

*Пример.* Установить, является ли представленный на исследование чай чаем цейлонским черным байховым, не представляется возможным ввиду отсутствия в распоряжении эксперта достоверного образца чая цейлонского.

### Литература

1. ГОСТ 15113.4. Концентраты пищевые. Методы определения влаги.

2. ГОСТ 19885. Чай. Методы определения содержания танина и кофеина.

3. ГОСТ 28551. Чай. Метод определения водорастворимых экстрактивных веществ.

4. ГОСТ 28552. Чай. Методы определения общей, водонерастворимой и водорастворимой золы.

5. ГОСТ 28553. Чай. Метод определения сырой клетчатки.

6. Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений / А.А. Никитин, И.А. Панкова. – Л., 1982.

7. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск, 1999.

8. Исследование продовольственных товаров / Л.А. Боровикова, А.И. Гримм, А.Л. Дорофеев и др. – М., 1980.

9. Количественное определение содержания кофеина в кофе методом жидкостной хроматографии (с использованием централизованно поставляемых жидкостных хроматографов) / В.В. Гладырев, В.М. Дротьев, М.А. Дроздов и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010.

10. Программа профессиональной подготовки экспертов лабораторий исследования пищевых продуктов / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

11. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. А.А. Покровского. – М., 1976.

12. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. проф. И.М. Скурихина, проф. В.А. Тутельяна. – М., 2002.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОФЕ

*О.М. Артамошкина*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление соответствия различных сортов и типов кофе требованиям нормативно-технической документации.

### Объекты исследования

Натуральный растворимый кофе (порошкообразный, гранулированный, сублимированный); натуральный жареный кофе (в зернах и молотый).

### Вопросы, решаемые экспертизой

Соответствует ли представленный на исследование образец кофе (указать наименование) требованиям нормативно-технической документации (ГОСТов, ТУ)?

Присутствует ли кофеин в представленном на исследование образце кофе и в каком количестве?

Какому типу (виду) соответствует представленный на исследование образец кофе?

Является ли представленное на исследование вещество кофе жареным молотым?

Соответствует ли представленный на исследование образец кофе своему наименованию?

### Сущность методики

Определение органолептических и физико-химических показателей кофе.

Установление состава; анализ, сравнение и оценка результатов.

### Подзадачи

#### **1. Исследование внешнего вида; аромата.**

*Объект исследования.* Кофе (сухой продукт; напиток).

*Принцип решения подзадачи.* Визуально; микроскопией; органолептически.

#### **2. Определение массовой доли влаги навески.**

*Объект исследования.* Кофе (сухой продукт).

*Принцип решения подзадачи.* Метод ускоренного высушивания.

### **3. Определение рН в растворе кофе.**

*Объект исследования.* Раствор кофе в воде.

*Принцип решения подзадачи.* Измерение рН потенциометрически.

### **4. Определение полной растворимости.**

*Объект исследования.* Раствор кофе в воде.

*Принцип решения подзадачи.* Определение продолжительности растворения навески кофе в горячей и холодной воде.

### **5. Определение массовой доли золы.**

*Объект исследования.* Продукт сжигания кофе (зола).

*Принцип решения подзадачи.* Получение золы – остатка минеральных веществ, образующегося в результате полного сжигания органической части навески продукта; весовое определение массовой доли золы.

### **6. Определение массовой доли золы, не растворимой в соляной кислоте.**

*Объект исследования.* Продукт сжигания кофе (зола).

*Принцип решения подзадачи.* Получение остатка после обработки золы соляной кислотой при нагревании; весовое определение массовой доли нерастворившегося остатка.

### **7. Качественное определение кофеина.**

*Объект исследования.* Кофе (в зернах, молотый, растворимый).

*Принципы решения подзадачи:* проведение мурексидной пробы; обработка сухого остатка хлороформного экстракта нейтральным раствором йода в йодиде калия, подкисленного серной кислотой или раствором танина.

### **8. Экстрагирование кофеина.**

*Объект исследования.* Раствор кофе.

*Принцип решения подзадачи.* Анализ приготовленной пробы методом ВЭЖХ.

### **9. Определение кофеина методом ТСХ.**

*Объект исследования.* Кофе (растворимый или молотый).

*Принцип решения подзадачи.* Хроматографическое исследование в системе растворителей.

## **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Органолептические показатели; результаты микроскопического исследования; массовая доля влаги; показатель pH; продолжительность растворения навески кофе; массовая доля золы.

## **Оборудование, материалы и реактивы<sup>1</sup>**

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 1000 г; не ниже 3 класса точности.

Плитка электрическая (асбестированная) с регулируемым нагревом или горелка газовая.

Термометр жидкостный стеклянный с ценой деления шкалы не более 1 °С.

Шкаф сушильный электрический, обеспечивающий поддержание заданной температуры в пределах  $\pm 5$  °С.

Эксикаторы (2–140; 2–190; 2–150).

Печь муфельная с диапазоном нагрева от 50 до 1000 °С, обеспечивающая поддержание заданной температуры в пределах  $\pm 25$  °С.

pH-метр лабораторный; предел допускаемой основной погрешности измерения – не более  $\pm 0,05$  ед. pH (допускается комбинированный pH-электрод микро с жидкостным электролитом 3 М KCl).

Хроматографическая камера.

Пластины для тонкослойной хроматографии типа «Силуфол-УФ-254» или «Сорбфил-УФ-254».

Жидкостный хроматограф типа «Милихром» моделей 4, 5, A02; «Agilent Technologies» – 1100, 1200; «Waters Alliance» (или аналогичный по техническим характеристикам), укомплектованный УФ-детектором с фотодиодной матрицей либо многоволновым УФ-спектрофотометром, обеспечивающим возможность регистрации УФ-спектров отдельных компонентов хроматограммы.

Лабораторная химическая посуда: стаканы; цилиндры; стаканы фарфоровые; палочки стеклянные; бюксы стеклянные или металлические; колбы; воронки; цилиндры мерные; тигли фарфоровые.

Песок очищенный прокаленный.

---

<sup>1</sup> Допускается применение другой аппаратуры, лабораторной посуды с метрологическими и техническими характеристиками, не хуже установленных в стандарте, а также реактивов, по качеству не ниже указанных.

Стандарт-титры для приготовления образцовых буферных растворов.

Кальций хлористый технический, х.ч.

Кислота серная концентрированная плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup>.

Кислота соляная, х.ч. или ч.д.а. плотностью 1,19 г/см<sup>3</sup>; раствор массовой концентрации 100 г/дм<sup>3</sup>.

Кислота азотная концентрированная.

Серебро азотнокислое, х.ч.; раствор массовой концентрации 100 г/дм<sup>3</sup> или ртуть (I) азотнокислая 2-водная, ч.д.а.; раствор массовой концентрации 100 г/дм<sup>3</sup>.

Раствор аммиака, 25%-й водный.

Нейтральный раствор йода в йодиде калия.

Свежеприготовленный раствор танина (1:100).

Реактив Марки.

Калия гидроксид, х.ч.

Кислота ортофосфорная для электронной промышленности, ос.ч.

Диэтиламин (содержание основного вещества – более 99 %<sub>масс.</sub>).

Ацетонитрил для жидкостной хроматографии, ос.ч.

Метанол марки х.ч. (содержание основного вещества – не менее 99,8 %<sub>масс.</sub>).

Вода дистиллированная деионизованная.

Гелий газообразный очищенный марки А.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы. Установление наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность; наличие оттисков печатей, штампов, соответствующих пояснительных надписей, а также подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях). Фотографирование упаковки.

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное либо полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

Вскрытие упаковки; установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>1</sup>.

Фотографирование содержимого упаковки (объектов).

Взвешивание образцов на весах с точностью до 0,01 г.

### ***Проведение исследования<sup>2</sup>***

#### *Определение органолептических показателей*

Внешний вид определяют визуально при ярком рассеянном дневном свете или люминесцентном освещении, поместив часть объединенной пробы продукта на лист белой бумаги ровным слоем.

Вкус и аромат определяют органолептически: аромат – в сухом продукте и в экстракте; вкус – только в экстракте.

Для приготовления экстракта (напитка) навеску молотого кофе в количестве, соответствующем соотношению 7,0 г кофе на 100 см<sup>3</sup> воды, помещают в чашку (чистую, сухую, без постороннего запаха). Нагретым стаканом или цилиндром отмеряют требуемый объем воды, доводят ее до кипения и вливают в чашку с кофе. Сразу же определяют аромат экстракта (напитка), слегка помешивая содержимое, чтобы добиться оседания частиц кофе на дно чашки. Дают напитку отстояться в течение 5 мин для оседания большинства крупных частиц. Частицы, прилипшие к стенкам чашки, удаляют. Напиток охлаждают до температуры не более 55 °С, после чего определяют вкус напитка<sup>3</sup>.

Для определения массовой доли ломаных зерен и обломков зерна берут навеску кофе в зернах массой 100 г, помещают ровным слоем на лист белой бумаги и при ярком рассеянном дневном свете или люминесцентном освещении проводят разборку навески вручную,

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>2</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

<sup>3</sup> Для определения аромата и вкуса напитка кофе, требующего специального заваривания, напиток готовят рекомендуемым способом (например, в кофеварке эспрессо).

отбирая ломаные зерна и обломки зерна, которые затем взвешивают. Результат взвешивания записывают с точностью до первого десятичного знака.

### *Микроскопическое исследование<sup>1</sup>*

Препарат для микроскопического исследования готовят следующим образом. 0,1 г молотого кофе варят в 5 мл 1%-го водного раствора едкого натра в течение 3 мин. Надосадочную жидкость сливают; осадок заливают 5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. С помощью пипетки часть разваренного вещества переносят на предметное стекло и накрывают покровным. Изучают не менее 20 препаратов под микроскопом при увеличении 100–200<sup>×</sup> в проходящем свете.

В поле зрения микроскопа просматривается эндосперм, состоящий из паренхимных клеток со слабоутолщенными и узловато-утолщенными стенками. В клетках заметны крупные ядра, а также алейрон и немного жирного масла; крахмал отсутствует. В препаратах просматриваются длинновытянутые, искривленные с косорасположенными порами или удлинненные каменистые клетки. Оболочка желтого цвета утолщена, пронизана порами. При воздействии флороглюцина цвет меняется на синеваато-фиолетовый. Форма, величина и расположение каменистых клеток – важный диагностический признак для определения вида кофе.

Наличие указанных признаков свидетельствует о том, что исследуемое вещество является измельченными семенами кофейного дерева.

### *Определение влаги методом ускоренного высушивания [1]*

Метод основан на высушивании исследуемого продукта в сушильном шкафу при температуре 130 °С.

Чистый пустой бюкс (или бюкс с 5–10 г прокаленного песка) и стеклянную палочку сушат вместе с крышкой (в открытом виде) в течение 30 мин в сушильном шкафу при температуре 130 °С; охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Из аналитической пробы образца исследования в высушенный бюкс берут навеску массой 5 г с погрешностью не более  $\pm 0,01$  г. Открытый бюкс с навеской вместе с крышкой помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры 140–145 °С; продолжительность сушки при температуре  $130 \pm 2$  °С – 45 мин. После

---

<sup>1</sup> Проводится специалистом, имеющим право самостоятельного производства экспертиз по экспертной специальности «Ботаническая экспертиза».

высушивания навески бюкс вынимают из сушильного шкафа тигельными щипцами, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с погрешностью не более  $\pm 0,01$  г.

Массовую долю влаги ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

где  $m$  – масса навески испытуемого концентрата, г;

$m_1$  – масса бюксы с навеской до высушивания, г;

$m_2$  – масса бюксы с навеской после высушивания, г.

За результат испытания принимают среднеарифметическое двух параллельных определений.

Вычисления проводят с погрешностью не более  $\pm 0,01$  %.

#### *Определение рН раствора*

Метод основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами (измерительным и электродом сравнения), погруженными в исследуемую среду.

Подготовку к анализу начинают с калибровки рН-метра по соответствующим буферным растворам (согласно инструкции по эксплуатации прибора). Перед каждым анализом электроды тщательно промывают дистиллированной водой.

Для определения рН навеску кофе массой 2,5 г помещают в стакан и заливают 150 см<sup>3</sup> дистиллированной воды; тщательно перемешивают; отбирают 50 см<sup>3</sup> раствора в стакан, погружают в него электроды (они не должны касаться стенок и дна стакана). Результат измерения записывают после того как показания прибора примут установившееся значение. В промежутках между измерениями электроды погружают в стакан с дистиллированной водой. Проводят два параллельных измерения, фиксируя температуру раствора.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений рН с округлением до первого десятичного знака. Абсолютное расхождение между измерениями не должно превышать 0,1 ед. рН.

#### *Определение полной растворимости*

Метод заключается в определении продолжительности растворения навески кофе в горячей и холодной воде.

Навеску кофе массой 2,5 г помещают в стеклянный стакан и растворяют при помешивании в 150 см<sup>3</sup> горячей (96–98 °С) воды.

Аналогично проводят растворение навески в холодной (18–20 °С) воде. Продолжительность растворения кофе регистрируют по секундомеру.

Растворимость считают неполной, если через 0,5 мин растворения в горячей воде (или 3 мин в холодной воде) на дне стакана остаются нерастворившиеся частицы или если после прекращения помешивания выпадает осадок.

#### *Определение золы [2]*

Метод основан на получении золы – остатка минеральных веществ, образующегося в результате полного сжигания органической части навески продукта и последующего весового определения массовой доли золы.

Из аналитической пробы пищевого концентрата в стеклянный стакан берут навеску массой от 3 до 5 г с точностью не более 0,001 г. Массу навески определяют по разности масс стакана с навеской и без нее. Навеску заворачивают в беззольный фильтр и помещают в фарфоровый тигель, предварительно прокаленный до постоянной массы (при испытании концентратов со значительным содержанием влаги их предварительно выпаривают до сухого остатка на водяной бане и сушат в течение 20 мин в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С). Затем навеску осторожно обугливают в муфельной печи, на электрической плитке или на небольшом пламени газовой горелки. В процессе обугливания не допускают воспламенения, приводящего к потере пробы. После обугливания навески тигель ставят в муфельную печь, нагретую до температуры 500–600 °С (красное каление).

Озоление ведут до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым. Если при озолении черные частицы угля исчезают медленно, то тигель с содержимым охлаждают, приливают 1–2 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, затем осторожно испаряют влагу из пробы на кипящей водяной бане до сухого остатка, а сухой остаток (золу) снова прокаливают до получения золы белого или слегка сероватого цвета.

Тигель с прокаленной золой переносят в эксикатор, охлаждают в течение 35–40 мин и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

Прокаливание повторяют, выдерживая тигель с золой в муфельной печи при температуре 500–600 °С в течение 1 ч. После охлаждения тигель снова взвешивают.

Массовую долю золы ( $X_1$  – на сухую массу и  $X_2$  – на сырую массу, %) вычисляют по формулам:

$$X_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)},$$

$$X_2 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

где  $m$  – масса навески испытуемого концентрата, г;

$m_1$  – масса тигля с золой после прокаливания, г;

$m_2$  – сумма масс тигля после прокаливания и золы беззольного фильтра, г;

$W$  – массовая доля влаги в испытуемом концентрате, %.

*Определение золы, не растворимой в соляной кислоте [2]*

Метод основан на получении остатка после обработки золы соляной кислотой при нагревании и последующем весовом определении массовой доли нерастворившегося остатка, представляющего собой сумму нерастворимых веществ минеральной основы пищевого продукта и посторонних минеральных примесей.

Из аналитической пробы пищевого концентрата берут навеску массой около 5 г с погрешностью не более 0,001 г в фарфоровый тигель, предварительно прокаленный до постоянной массы, и озольют.

В тигель с полученной общей золой приливают 30 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты массовой концентрацией 100 г/дм<sup>3</sup>, нагревают на водяной бане в течение 30 мин и фильтруют через беззольный фильтр.

Тигель и осадок на фильтре промывают горячей дистиллированной водой до исчезновения реакции на хлор-ион с раствором азотно-кислого серебра или азотнокислой ртути. Фильтр с осадком высушивают на воронке в сушильном шкафу в течение 30 мин, затем переносят в тот же тигель, сжигают и прокаливают в муфельной печи при температуре 500–600 °С. Тигель охлаждают в эксикаторе в течение 35 мин и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г. Прокаливание повторяют до получения постоянной массы.

Массовую долю золы, не растворимой в соляной кислоте ( $X_1$ , %), вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

где  $m$  – масса навески испытуемого концентрата, г;

$m_1$  – масса тигля с остатком, г;

$m_2$  – сумма масс тигля после прокаливания и золы беззольного фильтра, г.

### *Качественное определение кофеина*

100–200 мг представленного вещества помещают в делительную воронку и дважды экстрагируют 5 см<sup>3</sup> хлороформа. Затем хлороформные экстракты объединяют.

Поскольку кофеин – алкалоид пуринового ряда, с частью хлороформного экстракта проводят мурексидную пробу: хлороформный экстракт помещают в фарфоровую чашку, выпаривают хлороформ, сухой остаток обрабатывают каплей концентрированной азотной кислоты и нагревают. После охлаждения смесь обрабатывают 2–5 каплями 25%-го водного раствора аммиака. При этом наблюдается малиновое окрашивание, свидетельствующее о присутствии аммонийной соли пурпуровой кислоты, что указывает на наличие алкалоидов пуринового ряда, в том числе и кофеина.

Для идентификации кофеина осуществляют следующее.

Часть хлороформного экстракта переносят на три капельные пластинки; выпаривают досуха. Сухой остаток на одной из пластинок обрабатывают каплей нейтрального раствора йода в йодиде калия, на второй – каплей того же реактива, подкисленного серной кислотой. В первом опыте осадка не образуется, во втором выпадает осадок желто-коричневого цвета. Эта реакция специфична для кофеина.

Сухой остаток на третьей пластинке после испарения хлороформа обрабатывают раствором танина. При этом должен выпасть осадок белого цвета, растворимый в избытке реактива. Такая реакция также специфична для кофеина.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в представленном на исследование порошкообразном веществе содержится алкалоид пуринового ряда – кофеин.

### *Определение кофеина методом жидкостной хроматографии*

Методика заключается в экстрагировании кофеина из исследуемого объекта и последующем анализе приготовленной пробы методом ВЭЖХ в целях количественного определения кофеина.

В качестве модельной смеси используется раствор кофеина в фосфатном буфере. Рекомендуемые значения концентрации кофеина в растворе – от 0,3 до 0,6 мг/см<sup>3</sup>.

Для количественного определения кофеина в исследуемых образцах применяют метод абсолютной градуировки. Для приготовления градуировочных растворов точные навески (точность взвешивания – 0,1 мг) стандартного образца кофеина растворяют в фосфатном буфере (точность дозирования фосфатного буфера – 0,1 см<sup>3</sup>) с таким расчетом, чтобы концентрация кофеина<sup>1</sup> в полученных растворах составляла 1,0; 0,5; 0,25 и 0,125 мг/см<sup>3</sup>.

В случае исследования кофе натурального молотого или кофе растворимого после стадии отбора проб точную навеску анализируемого вещества массой 500 мг помещают в колбу, заливают 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и нагревают на водяной бане до температуры 90 °С при постоянном перемешивании, после чего выдерживают при заданной температуре 5–10 мин и охлаждают до комнатной температуры. Полученный экстракт фильтруют от осадка и доводят водным раствором гидроксида натрия, х.ч. до рН = 9–11; приливают 50 мл хлороформа и в течение 5 мин проводят экстракцию при интенсивном перемешивании. После полного расслаивания смеси с помощью делительной воронки отбирают хлороформный слой (экстракт); операцию повторяют еще 2 раза. Хлороформные экстракты объединяют и упаривают досуха на роторном испарителе. К сухому остатку добавляют 5 см<sup>3</sup> приготовленного фосфатного буфера. После полного растворения сухого остатка в фосфатном буфере полученный раствор фильтруют с помощью одноразовых фильтрующих патронов с фторопластовыми мембранными фильтрами с размером пор не более 0,5 мкм фирмы «Millipore» (Франция) (или другими фильтрами с аналогичными характеристиками) и анализируют в указанных выше условиях. Анализ проводят не менее чем в двух повторностях.

В случае исследования натурального кофе в зернах отобранную аналитическую пробу измельчают на лабораторной мельнице (или в кофемолке) до частиц размером примерно 1 мм; от измельченной пробы отбирают точную навеску массой 500 мг и проводят дальнейшую подготовку так же, как и для кофе натурального молотого или кофе растворимого.

Выявление пика кофеина на хроматограмме экстракта исследуемого образца проводят путем сравнения времен удерживания пиков компонентов хроматограммы анализируемого образца с временем

---

<sup>1</sup> Здесь и далее значение концентрации указано в пересчете на свободный кофеин.

удерживания кофеина на хроматограмме модельной смеси и путем сравнения УФ-спектров компонентов хроматограммы анализируемого образца с УФ-спектром кофеина на хроматограмме модельной смеси (все хроматограммы и спектры должны быть получены при одинаковых условиях анализа).

Расчет концентрации кофеина в экстракте исследуемого образца кофе проводят по соответствующему градуировочному графику.

Массовую долю кофеина ( $X$ , %) в составе исследуемого образца вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C \cdot V \cdot 100}{m},$$

где  $C$  – концентрация кофеина в экстракте навески исследуемого образца кофе, найденная по градуировочному графику, мг/см<sup>3</sup>;

$V$  – объем фосфатного буфера, использованного для экстракции сухого остатка хлороформного экстракта исследуемого образца кофе, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески исследуемого образца кофе, подвергнутой экстракции, мг.

#### *Определение кофеина методом тонкослойной хроматографии*

10–15 г кофе (растворимого или молотого) помещают в фарфоровую чашку, добавляют дистиллированную воду и выпаривают до сухого остатка на электрической плитке. Далее сухой остаток обрабатывают 0,5–0,7 см<sup>3</sup> хлороформа. 10 мм<sup>3</sup> хлороформного экстракта и 2,5 мм<sup>3</sup> стандартного раствора кофеина наносят на пластину (типа «Силуфол-УФ-254» или «Сорбфил-УФ-254»). Хроматографирование проводят в системе растворителей хлороформ–этанол (5:4) или толуол–этанол–триметиламин (8:1:1).

Проявление: 1) УФ-254 нм; 2) реактив Марки; 3) смесь перекиси водорода и соляной кислоты (1:1).

Для развития окраски помещают в термостат при температуре 100–105 °С на 15–20 мин.

Цвет хроматографической зоны кофеина – оранжевый; после обработки пластины парами аммиака окраска меняется на пурпурную.

#### ***Оценка результатов исследования***

Краткое изложение результатов исследования; оценка их идентификационной значимости.

## Формулирование выводов эксперта

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при выявлении соответствия показателей, предусмотренных нормативно-технической документацией на сорт кофе данного наименования (органолептические показатели, результаты микроскопического исследования, массовая доля влаги, показатель рН, продолжительность растворения навески кофе, массовая доля золы, наличие кофеина).

*Пример.* Представленный на исследование объект является кофе растворимым, соответствующим требованиям ... (указать, требованиям какой именно НТД).

Категорический отрицательный вывод формулируется при выявлении одного (или нескольких) признаков, указывающих на несоответствие требованиям, предусмотренным нормативно-технической документацией на изделие данного наименования.

*Пример.* Представленный на исследование объект является кофе зерновым, не соответствующим требованиям ... (указать, требованиям какой именно НТД) по ... (указать, по каким показателям).

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных признаков, а также при отсутствии контрольных образцов.

*Пример.* Представленный на исследование кофе (в оригинальной упаковке), изъятый ... мог быть расфасован из нефасованного кофе ... представленного в качестве образца сравнения.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

количества объекта недостаточно для выявления комплекса признаков и формулирования выводов;

первоначальные свойства объекта изменены по каким-либо причинам.

*Пример.* Установить, является ли представленное на исследование вещество кофе жареным молотым, не представляется возможным ввиду отсутствия в распоряжении эксперта достаточного количества образца для выявления комплекса признаков.

## Литература

1. ГОСТ 15113.4. Концентраты пищевые. Методы определения влаги.
2. ГОСТ 15113.8. Концентраты пищевые. Методы определения золы.
3. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск, 1999.
4. Исследование продовольственных товаров / Л.А. Боровикова, А.И. Гримм, А.Л. Дорофеев и др. – М., 1980.
5. Количественное определение содержания кофеина в кофе методом жидкостной хроматографии (с использованием централизованно поставляемых жидкостных хроматографов) / В.В. Гладырев, В.М. Дро-тьев, М.А. Дроздов и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010.
6. Комплексное криминалистическое исследование кофе, какао, хны, басмы, перца / И.Г. Эйхенбаум, Л.Г. Короткина, В.В. Борисова. – М., 1982.
7. Программа профессиональной подготовки экспертов лабораторий исследования пищевых продуктов / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.
8. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. А.А. Покровского. – М., 1976.
9. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. проф. И.М. Скурихина, проф. В.А. Тутельяна. – М., 2002.
10. Экспертное исследование кофе натурального молотого с целью установления фальсификации / С.В. Лазарев, Л.А. Круглый, С.В. Владимиров. – М.: ЭКЦ МВД России, 1992.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАРМЕЛАДА

*О.М. Артамошкина*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертные задачи

Установление соответствия различных сортов мармелада требованиям нормативно-технической документации.

Обнаружение качественного и количественного содержания применяемых добавок для установления соответствия требованиям рецептуры.

### Объекты исследования

Мармелад (в зависимости от сырья, применяемого в качестве студнеобразующей основы): фруктово-ягодный – на основе желирующего фруктово-ягодного пюре; жележный – на основе студнеобразователей; жележно-фруктовый – на основе студнеобразователей в сочетании с желирующим фруктово-ягодным пюре.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Соответствует ли представленный на исследование образец мармелада (указать наименование) требованиям нормативно-технической документации (ГОСТов, ТУ)?

Соответствует ли представленный на исследование образец мармелада своему наименованию?

Содержатся ли в представленном на исследование образце мармелада красители и какие именно?

Соответствует ли представленный на исследование образец мармелада (указать наименование) требованиям рецептуры на мармелад данного наименования?

Является ли представленное на исследование вещество мармеладом фруктово-ягодным?

### Сущность методики

Определение органолептических и физико-химических показателей.

Установление состава, анализ, сравнение и оценка результатов.

### Подзадачи

**1. Определение влажности (массовой доли влаги).**

*Объект исследования.* Мармелад.

*Принцип решения подзадачи.* Рефрактометрия.

**2. Определение массовой доли редуцирующих веществ.**

*Объект исследования.* Водный раствор мармелада.

*Принцип решения подзадачи.* Феррицианидный метод.

**3. Определение общей кислотности.**

*Объект исследования.* Водный раствор мармелада.

*Принцип решения подзадачи.* Титрование.

**4. Определение вида красителя.**

*Объект исследования.* Водный раствор мармелада.

*Принцип решения подзадачи.* Хроматографирование в системе растворителей.

### Совокупность признаков, характеризующих объект

Органолептические показатели; массовая доля влаги; массовая доля редуцирующих веществ; общая кислотность.

### Оборудование, материалы и реактивы<sup>1</sup>

Весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 1000 г; не ниже 3 класса точности.

Рефрактометры марок РЛ, РПЛ, РЛУ, УРЛ и др.

Электролампа.

УФ-лампа.

Хроматографическая камера.

Баня водяная.

Плитка электрическая нагревательная с регулируемым нагревом.

Устройство типа «Linomate».

Часы песочные.

Эксикаторы (2–140; 2–190; 2–150).

Патрон для твердофазной экстракции «ДИАПАК Амин».

Лабораторная посуда: стаканы, цилиндры отливные, стаканчики для взвешивания (бюксы), бюретки; колбы конические; колбы мер-

---

<sup>1</sup> Допускается применение другой аппаратуры, лабораторной посуды с метрологическими и техническими характеристиками, не хуже установленных в стандарте, а также реактивов, по качеству не ниже указанных.

ные отливные; пипетки, пестики, ступка, капельницы, выпарительная чашка.

Микрошприц, капилляр.

Пластины для тонкослойной хроматографии типа «Силуфол-УФ-254» или «Сорбфил-УФ-254».

Термометр жидкостный стеклянный с ценой деления не более 2 °С.

Ланцет или нож; ложка металлическая или пластмассовая; шпатель; палочка стеклянная с наконечником из резиновой трубки.

Пергамент или писчая бумага.

Бумага индикаторная лакмусовая или универсальная.

Бумага фильтровальная лабораторная.

Вата, марля.

Спирт этиловый ректификованный (пищевой или технический).

Вода дистиллированная.

Калий железосинеродистый (красная кровяная соль, феррицианид), х.ч.

Калия гидроокись, ч.д.а. или натрия гидроокись, ч.д.а. Растворы концентрации с  $\text{KOH} = 0,1 \text{ моль/дм}^3$  (0,1 н.) или стандарт-титры в ампулах концентрации с  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH} = 0,1 \text{ моль/дм}^3$  (0,1 н.).

Кислота соляная, х.ч.

Натрий хлористый, х.ч.

Индикатор метиленовый голубой (1 г растворяют в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды).

Индикатор метиловый оранжевый (0,1 г растворяют в 100 см<sup>3</sup> горячей дистиллированной воды).

Глюкоза (безводная), ч.д.а.

Фенолфталеин (спиртовой раствор с массовой долей 1 %).

Цинк сернокислый 7-водный, х.ч.

Аммиак ( $\rho = 0,880 \text{ г/см}^3$ ).

Изопропанол, х.ч.

Н-пропанол, х.ч.

Этилацетат, х.ч.

Резорцин, х.ч.

Шерстяная нить.

Антрагон, х.ч.

Эталонные 0,02%-е водные растворы красителей.

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений для производства экспертизы. Определение наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность; наличие оттисков печатей, штампов, соответствующих пояснительных надписей, подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях). Фотографирование упаковки.

Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>. Фотографирование содержимого упаковки (объектов).

Взвешивание образцов на весах с точностью до 0,01 г.

### ***Проведение исследования***<sup>3</sup>

#### ***Определение органолептических показателей***

Органолептические показатели качества в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на данный вид продукта определяют путем контроля объединенной пробы изделий.

Массовую долю сахара-песка или другого отделочного материала, отделившегося от изделий, определяют путем высыпания объединенной пробы на лист бумаги с последующим отделением изделий и взвешиванием остатка, который выражается в процентах к массе пробы.

Массовую долю изделий с дефектами в соответствии с требованиями стандарта или технических условий на данный вид продукта определяют подсчетом количества дефектных изделий в объединенной пробе.

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное или полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>3</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

*Определение влажности [1]*

Определение влажности (массовой доли влаги) проводят методом рефрактометрии, основанном на измерении коэффициентов преломления водных растворов объектов исследования. При этом осуществляются следующие действия.

На нижнюю призму рефрактометра с помощью стеклянной палочки с резиновым наконечником наносят две капли дистиллированной воды и в течение 5 мин темперруют призмы, направив пучок света в окошко оправы призм. Окуляр передвигают до совмещения визира с границей темного и светлого полей.

Рефрактометр считается установленным, если граница полей находится против показателя преломления 1,333 при 20 °С, который соответствует 0 % сухих веществ. Если есть отклонение, то с помощью специального торцового ключика, прилагаемого к прибору, устанавливают границу темного и светлого полей против показателя 1,333, соблюдая температуру 20 °С.

Если проба имеет твердую или очень густую консистенцию или содержит кристаллы сахара и при рефрактометрировании в пробе отсутствует хорошо и четко различимая граница между темным и светлым полями, видимыми в окуляре рефрактометра, то поступают следующим образом:

во взвешенный вместе с крышкой и стеклянной палочкой бюкс или стаканчик с часовым стеклом помещают навеску продукта массой 5–10 г, взвешенную с погрешностью не более 0,01 г; приливают воду в количестве, равном массе навески;

навеску растворяют в открытом бюксе при перемешивании, ускоряя растворение нагреванием на водяной бане при температуре 60–70 °С, после чего раствор охлаждают, закрывают бюксу крышкой, взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и рефрактометрируют, вводя поправку к полученному отсчету (с учетом массовой доли сухих веществ в растворе навески);

массовую долю сухих веществ ( $X_1$ , %) в исследуемом изделии вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{a \cdot m_1}{m},$$

где  $a$  – показание рефрактометра, %;

$m_1$  – масса раствора навески, г;

$m$  – масса навески, г.

*Определение массовой доли редуцирующих веществ  
феррицианидным методом [2]*

Метод основан на восстановлении избыточного феррицианида стандартным раствором глюкозы в присутствии раствора метиленового голубого до полного обесцвечивания.

Массу навески ( $m$ ) измельченного изделия взвешивают с погрешностью не более 0,001 г из такого расчета, чтобы количество редуцирующих веществ в ней не превышало 0,016 г, и вычисляют по формуле или определяют по табл. 1:

$$m = \frac{0,016 \cdot 100}{P},$$

где  $P$  – предполагаемая максимальная массовая доля редуцирующих веществ в исследуемом изделии, %.

Таблица 1

**Определение массы навески**

Наименование изделия и полуфабрикатов	Предполагаемая массовая доля редуцирующих веществ, %	Масса навески, г
Желейно-фруктовый корпус конфет	50	0,032
Мармелад фруктово-ягодный:		
формовой	32	0,050
резной	40	0,040
пат	45	0,035
Мармелад желейный	25	0,064

Навеску взвешивают на листе предварительно взвешенной пергаментной или писчей бумаги размером 20 × 20 мм.

В коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят пипетками 25 см<sup>3</sup> щелочного раствора феррицианида и 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды; затем в колбу помещают навеску вместе с бумагой и нагревают до кипения в течение 3–4 мин, ускоряя растворение навески легким взбалтыванием.

Массовую долю редуцирующих веществ (сахар по инверсии) ( $X_2$ , %) вычисляют по формуле:

$$X_2 = \frac{0,0016 \cdot (V - V_1) \cdot K \cdot 100}{m},$$

где  $V$  – объем стандартного раствора глюкозы, израсходованного на титрование 25 см<sup>3</sup> щелочного раствора феррицианида, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем стандартного раствора глюкозы, израсходованного на дотитрование исследуемого раствора, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески изделия, г;

0,0016 – оптимальная концентрация редуцирующих веществ раствора навески, г/см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент, значение которого зависит от массовой доли редуцирующих веществ в исследуемом изделии по отношению к общему количеству сахара, определяемый по табл. 2.

Таблица 2

**Поправочные коэффициенты для вычисления массовой доли редуцирующих веществ**

№ п/п	Массовая доля редуцирующих веществ по отношению к общему количеству сахара, %	Поправочный коэффициент	№ п/п	Массовая доля редуцирующих веществ по отношению к общему количеству сахара, %	Поправочный коэффициент
1	5–10	0,91	4	20–30	0,95
2	10–15	0,93	5	30–40	0,97
3	15–20	0,94	6	40–60	0,98

*Определение общей кислотности титрованием [3]*

Метод основан на нейтрализации кислоты, содержащейся в навеске, гидроокисью натрия (гидроокисью калия) в присутствии фенолфталеина до появления розовой окраски. Для определения кислотности осуществляются следующие действия.

5 г измельченного исследуемого продукта помещают в коническую колбу или стакан, приливают 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, предварительно нагретой до температуры 60–70 °С, и все перемешивают; затем охлаждают до температуры 20 ± 5 °С, приливают дистиллированную воду до объема около 100 см<sup>3</sup>, прибавляют 2–3 капли фенолфталеина и, не обращая внимания на незначительный осадок, титруют раствором гидроокиси натрия или калия концентрации с NaOH или KOH = 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Допускается проводить растворение навески на газовой горелке или электрической плитке, не доводя раствор до кипения.

Допускается титровать неокрашенный или слабоокрашенный раствор навески, не доводя до указанного объема.

Кислотность ( $X$ ) в градусах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{K \cdot V \cdot 100}{m \cdot 10},$$

где  $K$  – поправочный коэффициент раствора гидроокиси натрия или калия концентрации с NaOH или KOH = 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, используемого для титрования;

$V$  – объем раствора гидроокиси натрия или калия, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески продукта, г;

100 – коэффициент пересчета на 100 г продукта;

10 – коэффициент пересчета раствора гидроокиси натрия или калия концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup> в концентрацию 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Если исследуемый продукт содержит нерастворимые в воде частицы, то навеску массой 20 г помещают в коническую колбу или стакан, хорошо перемешивают ее с отмеренными 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагретой до температуры 60–70 °С; затем охлаждают до температуры 20 ± 5 °С и фильтруют в стакан или коническую колбу через вату или фильтровальную бумагу. Затем в коническую колбу отмеряют пипеткой 50 см<sup>3</sup> фильтрата, прибавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют раствором гидроокиси натрия или калия концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность ( $X_1$ ) в градусах Тейлора вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{K \cdot V \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot 10},$$

где  $K$  – поправочный коэффициент раствора гидроокиси натрия или калия концентрации с NaOH или KOH = 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, используемого для титрования;

$V$  – объем раствора гидроокиси натрия или калия, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем дистиллированной воды, взятый для растворения навески, см<sup>3</sup>;

100 – коэффициент пересчета на 100 г продукта;

$V_2$  – объем фильтрата, взятый для титрования, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески продукта, г;

10 – коэффициент пересчета раствора гидроокиси натрия или калия концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup> в концентрацию 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Результаты параллельных определений вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений; допускаемые расхождения между определениями не должны превышать 0,2 °С.

Если кислотность требуется выразить в процентах какой-либо кислоты, то значение кислотности умножают на соответствующий миллиэквивалент (табл. 3).

Таблица 3

Величина миллиэквивалента кислоты

№ п/п	Наименование кислоты	Миллиэквивалент
1	Уксусная	0,060
2	Молочная	0,090
3	Яблочная	0,067
4	Лимонная (с одной молекулой воды)	0,070
5	Винная	0,075

### Идентификация красителя

Пробы каждого из исследуемых объектов растирают в ступках до однородной массы. В стаканы вместимостью 100 см<sup>3</sup> взвешивают по 5 г гомогенизированных проб каждого объекта и растворяют в 30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Полученные растворы отфильтровывают через бумажные фильтры. Фильтраты используют для дальнейшего определения.

По 2 см<sup>3</sup> каждого из фильтратов пропускают через патроны «Диапак Амин», предварительно очищенные дистиллированной водой. Затем сорбенты промывают 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Десорбцию красителей с сорбентов проводят путем пропускания через патрон 5 см<sup>3</sup> смеси дистиллированной воды и 25%-го раствора аммиака (1:1).

Для идентификации красителей проводят разделение на пластинах «Сорбфил-УФ-254» (г. Краснодар, Россия). Каждый из экстрактов красителей, выделенных из водных растворов объектов, упаривают до объема 1,0 см<sup>3</sup>. После этого от каждой пробы отбирают по 10 мкл и наносят на стартовую линию пластины. Одновременно с исследуемыми образцами в качестве образцов сравнения на эту же пластину наносят водные растворы красителей, имеющихся в коллекции экспертов.

Элюирование проводят в хроматографических камерах с использованием следующих систем растворителей: изопропанол–аммиак–вода (35:10:5) и н-пропанол–этилацетат–аммиак–вода (100:30:30:1). После поднятия фронта растворителей пластины вынимают из камер и высушивают на воздухе. Визуальной оценкой хроматограмм объектов устанавливают совпадение (несовпадение) значений  $R_f$  и цвета хроматографических зон со значением  $R_f$  и цветом зоны красителя.

#### *Оценка результатов исследования*

Краткое изложение результатов исследования; оценка их идентификационной значимости.

#### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при выявлении в составе мармелада качественного и количественного содержания компонентов, предусмотренных нормативно-технической документацией на изделие данного наименования.

*Пример.* Представленный на исследование объект является мармеладом железно-фруктовым, соответствующим требованиям ... (указать, требованиям какой именно НТД) по органолептическим показателям, массовой доле влаги, массовой доле редуцирующих веществ, общей кислотности.

Категорический отрицательный вывод формулируется при выявлении одного (или нескольких) признаков, указывающих на отсутствие компонентов, предусмотренных нормативно-технической документацией на изделие данного наименования либо несоответствие их количественного содержания требованиям нормативно-технической документации.

*Пример.* Представленный на исследование объект является мармеладом железным, не соответствующим требованиям ... (указать, требованиям какой именно НТД) по органолептическим показателям, массовой доле влаги, массовой доле редуцирующих веществ, общей кислотности.

Вероятный вывод недопустим.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

количества объекта недостаточно для выявления комплекса признаков и формулирования выводов;

первоначальные свойства объекта изменены по каким-либо причинам.

*Пример.* Установить, является ли представленное на исследование вещество мармеладом, не представляется возможным ввиду отсутствия в распоряжении эксперта достаточного для выявления комплекса признаков количества образца.

### Литература

1. ГОСТ 5900. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ.

2. ГОСТ 5903. Изделия кондитерские. Методы определения сахара.

3. ГОСТ 5898. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности.

4. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск, 1999.

5. Исследование продовольственных товаров / Л.А. Боровикова, А.И. Гримм, А.Л. Дорофеев и др. – М., 1980.

6. Определение красителей в безалкогольных и слабоалкогольных напитках / М.В. Чибисова, О.М. Артамошкина, Н.А. Паничкина, О.С. Орлова. – М.: ЭКЦ МВД России, 2001.

7. Программа профессиональной подготовки экспертов лабораторий исследования пищевых продуктов / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

8. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. А.А. Покровского. – М., 1976.

9. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. проф. И.М. Скурихина, проф. В.А. Тутельяна. – М., 2002.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ИКРЫ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ

*О.М. Артамошкина*  
ЭКЦ МВД России

### Экспертная задача

Установление видовой принадлежности икры лососевых и осетровых рыб<sup>1</sup>.

### Объекты исследования

Икра ценных видов рыб; ткани и следы тканей рыб (слизь, кровь и т.д.) на предметах-носителях.

### Вопросы, решаемые экспертизой

Соответствует ли представленный на исследование образец икры (указать наименование) требованиям нормативно-технической документации (ГОСТов, ТУ)?

Соответствует ли представленный на исследование образец икры наименованию, указанному на этикетке?

Совпадает ли видоспецифичный состав белков исследованного объекта с видоспецифичным составом белков икры (указать название рыбы)?

Является ли представленное на исследование вещество икрой, если да, то икрой какой рыбы оно является?

Какова видовая принадлежность представленных образцов икры?

### Сущность методики

Выделение, выявление, анализ и оценка электрофоретически разделенного набора белков с определенными изоэлектрическими точками.

### Подзадачи

#### *1. Выделение белков из исследуемого объекта.*

*Объект исследования.* Икра рыб; ткани и следы тканей рыб на предметах-носителях.

---

<sup>1</sup> Методика может применяться при установлении видовой принадлежности млекопитающих, птиц, а также тканей и следов тканей млекопитающих и птиц на предметах-носителях.

*Принцип решения подзадачи.* Экстракция белков из объекта экстрагирующим раствором.

**2. Электрофоретическое разделение и фиксация белков.**

*Объект исследования.* Белки, экстрагированные из икры рыб, тканей и следов тканей рыб.

*Принцип решения подзадачи.* Изоэлектрофокусирование.

**3. Определение групповой принадлежности, идентификация.**

*Объект исследования.* Электрофореграммы, полученные в результате электрофоретического разделения белков, экстрагированных из объекта.

*Принцип решения подзадачи.* Сравнение величин изоэлектрических точек выделенных и маркерных белков.

**Совокупность признаков, характеризующих объект**

Белковый состав; совпадение изоэлектрических точек выделенных и маркерных белков.

**Оборудование, материалы и реактивы**

Горизонтальная камера для электрофореза (размер геля –  $110 \times 245$  мм).

Источник питания камеры (напряжение – до 3500 В; сила тока – до 50 А; мощность – до 50 Вт).

Охлаждающий термостат (объем – не менее 5 л; поддерживаемая температура – 0–100 °С).

Набор расходных материалов (электродные полоски – 100 шт.; бумажные метки для нанесения образцов – 200 шт.).

Расходные материалы для заливки геля:

стеклянные пластины:  $125 \times 26 \times 0,5$  мм;  $125 \times 26 \times 1$  мм;  $125 \times 26 \times 3$  мм;

зажимы для стеклянных пластин;

пластинка для заливки геля:  $124 \times 258$  мм;

репел-силан (ЕС);

роллер.

Реактивы для приготовления геля:

акриламид для электрофореза (4-кр.);

бис-акриламид (концентрация более 99,0 %);

тетраметилэтилендиамин (TEMED);

персульфат аммония (концентрация не менее 98 %);

фармалиты рН 4,5–5,4; рН 5,0–7,0; рН 3,0–10,0.

Реактивы для окраски геля:

кумасси бриллиант голубой (R-250);

сульфосалициловая кислота, х.ч.;

глутаминовая кислота, ч.д.а.;

натрия гидроокись, х.ч.

Компьютер, цветной принтер, сканер, ИБП.

Центрифуга лабораторная (скорость вращения – не менее 10 тыс. об/мин).

Весы лабораторные электронные аналитические (точность – 0,0001 г).

Холодильник бытовой.

Керамические, агатовые ступки с пестиками.

Набор скальпелей, пинцетов, препарировальных игл, шпателей.

Лабораторная посуда (колбы, стаканы, цилиндры, пипетки).

Мебель лабораторная (вытяжной шкаф, стол химический, стол для осмотра вещественных доказательств, лабораторная мойка, лабораторные стулья).

### **Последовательность действий эксперта**

#### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с постановлением о назначении экспертизы и дополнительными материалами по делу. Установление необходимости запроса дополнительных сведений (образцов) для производства экспертизы. Установление наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

Осмотр упаковки вещественных доказательств (целостность; наличие оттисков печатей, штампов, соответствующих пояснительных надписей и подписей лиц, участвовавших в процессуальных действиях). Фотографирование упаковки.

Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы<sup>2</sup>. Фотографирование содержимого упаковки (объектов).

Взвешивание образцов на весах с точностью до 0,01 г.

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное либо полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

<sup>2</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения, оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

## Проведение исследования<sup>1</sup>

### 1. Экстракция белков из объектов.

Экстракты не должны содержать нерастворенные примеси, которые мешают проведению исследования. Экстракция белков проводится следующими действиями.

Исследуемые образцы заливают экстрагирующим раствором в определенном соотношении: несколько икринок рыб (для осетровых рыб – 1–3 шт.; для лососевых – 1–2 шт.), что составляет примерно 40 мг, заливают 500 мм<sup>3</sup> дистиллированной воды и тщательно гомогенизируют (в ступке, в гомогенизаторах, с применением ультразвука или другим способом). Экстракт замораживают в жидком азоте 2–3 мин, оттаивают и опять замораживают. После повторного оттаивания экстракт центрифугируют (15–20 мин в режиме 5–10 g) и наносят на гель по 30 мкл.

### 2. Приготовление полиакриламидных гелей (используют акрил-амид, бисакриламид, тетраметилэтилендиамин (TEMED), персульфат аммония, амфолиты).

Для приготовления полиакриламидных гелей (ПААГ) осуществляют следующие действия:

собирают специальную форму;

изготавливают амфолиновую пластину (полиакриламидного геля) размером 125 × 260 × 0,5 мм;

готовят 30%-й раствор «ПАГ-смесь»: 29,1 г акриламида и 0,9 г бисакриламида растворяют в дистиллированной воде; доводят объем до 100 мл; отфильтровывают, добавляют 1,0 г амберлита и оставляют на 1 ч при комнатной температуре; раствор хранят в холодильнике не более 1 мес.;

смешивают 3,3 см<sup>3</sup> раствора «ПАГ-смесь» и 1,5 см<sup>3</sup> амфолитов (используют градиенты с диапазонами pH 3,5–9,5; 4,5–5,4; 5,0–7,0); доливают водой до 20 см<sup>3</sup>;

добавляют 10 мм<sup>3</sup> TEMED (под тягой);

немедленно добавляют 300 мм<sup>3</sup> раствора персульфата аммония (предварительно растворяют 25 мг персульфата аммония в 1 см<sup>3</sup> воды, готовят непосредственно перед применением);

---

<sup>1</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

смесь быстро выливают в приготовленную форму и оставляют при комнатной температуре на 1–2 ч для полимеризации;

по окончании полимеризации форму разбирают, готовую амфолиновую пластину (гель) используют для электрофоретического разделения белков.

### 3. Проведение изоэлектрофокусирования.

Для проведения изоэлектрофокусирования используют прибор, состоящий из камеры для фореза, проточного охлаждающего термостата и высоковольтного источника питания.

Электродные полоски помещают на специальное стекло и обильно смачивают соответствующим анодным и катодным электродным раствором (табл. 1, 2). Избыток раствора удаляют<sup>1</sup>.

Таблица 1

**Электродные растворы для разных градиентов pH**

Градиент pH	Катодный раствор	Анодный раствор
4,5–5,4	0,1M NaOH или 1M глицин	0,04M глутаминовая кислота или 1M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
5,0–7,0	0,01M NaOH	1%-й раствор уксусной кислоты
3,0–10,0	1M NaOH	1M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

Таблица 2

**Приготовление электродных растворов**

Электродный раствор	Рецептура и способ приготовления
1M NaOH	4 г NaOH растворяют в 100 см <sup>3</sup> дистиллированной воды (при температуре 20–30 °С хранится в темном месте 1 неделю)
0,1M NaOH	400 мг NaOH растворяют в 100 см <sup>3</sup> дистиллированной воды
0,04M раствор глутаминовой кислоты	600 мг глутаминовой кислоты растворяют в 100 см <sup>3</sup> дистиллированной воды
1M раствор глицина	7,7 г глицина растворяют в 100 см <sup>3</sup> дистиллированной воды
1M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	34 см <sup>3</sup> концентрированной H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> доливают дистиллированной водой до 500 см <sup>3</sup> (при температуре 20–30 °С хранится до 6 мес.)
1%-й CH <sub>3</sub> COOH	к 1 см <sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты приливают 99 см <sup>3</sup> дистиллированной воды

<sup>1</sup> Избыток электродного раствора приведет к вспучиванию геля вокруг меток; недостаток раствора – к высыханию электродных полосок в процессе электрофоретического разделения и (как следствие) к прекращению прохождения тока между катодом и анодом.

На охлаждающую поверхность камеры для фореза помещают амфолиновую пластину. Для контакта геля с электродами по краям пластины (в верхней и нижней части) помещают электродные полоски, смоченные электродным раствором (анодным или катодным).

Для формирования градиента рН и удаления примесей проводят процесс предфокусирования при следующих условиях: напряжение – 1200 В; сила тока – 25 мА; мощность – 20 Вт; температура воды в термостате – 10 °С. Процесс предфокусирования проводят до установления на приборе заданного напряжения (в течение 30–60 мин).

По окончании процесса предфокусирования на гель на расстоянии 1 см от катода накладывают мишени, на которые с помощью автоматической пипетки наносят подготовленные объекты. Задают режим фокусирования и через 30–50 мин после его начала убирают мишени с поверхности геля. Суммарное время фореза 3,0–3,5 ч. После фореза гели окрашивают.

4. Проявление электрофореграмм (табл. 3).

Таблица 3

**Растворы, используемые для фиксации, проявления, отмывки и сохранения геля**

Раствор	Рецептура и способ приготовления
Фиксирующий	30 г сульфосалициловой кислоты растворяют в 200 см <sup>3</sup> этанола и доводят объем раствора дистиллированной водой до 500 см <sup>3</sup>
Окрашивающий	100 мг кумасси бриллианта голубого R-250 растворяют в 100 см <sup>3</sup> обесцвечивающего раствора или 1 таблетку кумасси бриллианта голубого R-250 растворяют в 400 см <sup>3</sup> обесцвечивающего раствора
Обесцвечивающий	40 см <sup>3</sup> уксусной кислоты смешивают с 125 см <sup>3</sup> этанола и доводят объем раствора дистиллированной водой до 500 см <sup>3</sup>
Сохраняющий	10 см <sup>3</sup> глицерина смешивают с 90 см <sup>3</sup> обесцвечивающего раствора

Фиксация белков: для закрепления белков в геле амфолиновую пластину помещают на 30 мин в специальный контейнер с фиксирующим раствором.

Окрашивание белков: по окончании процесса фиксации амфолиновую пластину выдерживают в окрашивающем растворе 10–20 мин (не менее) при температуре 50–60 °С.

Избыток красителя отмывают в течение 6–12 ч обесцвечивающим раствором, меняя его несколько раз.

При необходимости амфолиновую пластину помещают в сохраняющий раствор на 1 ч и затем высушивают.

### 5. Вычисление изоэлектрических точек маркерных белков.

Величина суммарного электрического заряда белка (pI) рассчитывается по графикам электрофоретической подвижности молекул, предоставляемым фирмой-изготовителем разных смесей амфолитов (рис. 1 *a, б, в, г*): по оси абсцисс – расстояния на геле, см; по оси ор-

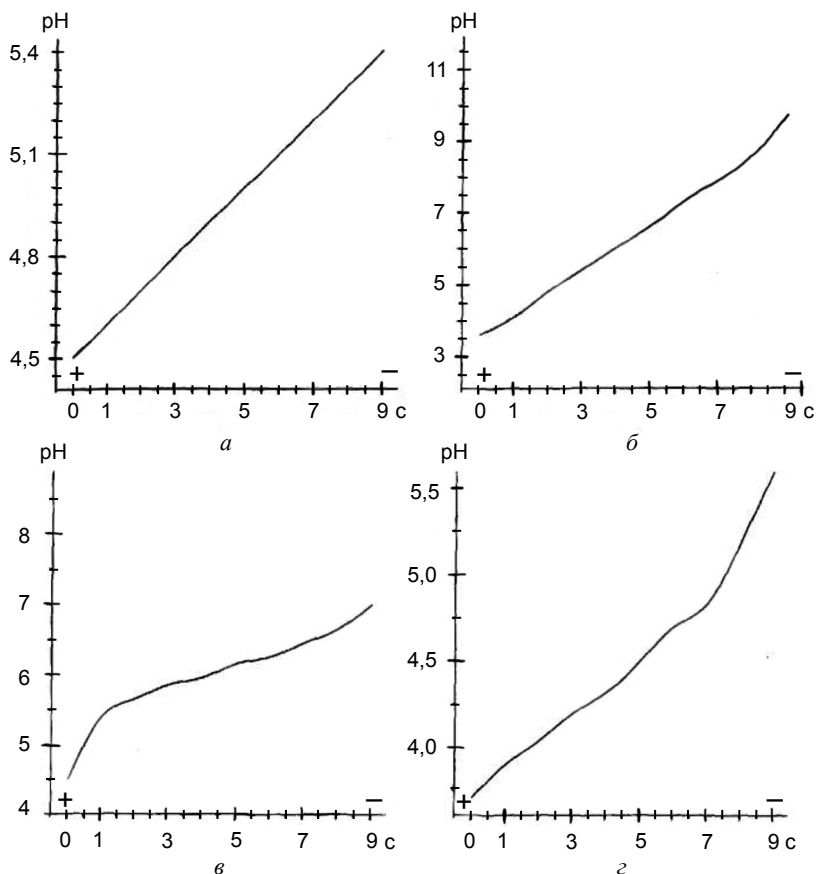


Рис. 1. Зависимость распределения градиента pH и электрофоретической подвижности молекул белков на гелях [5]: *a* – для «идеального» линейного градиента pH 4,5–5,4; *б* – для типичного градиента pH 3,5–9,5; *в* – для типичного градиента pH 5,0–7,0; *г* – для типичного градиента pH 4,0–5,0

динат – значения рН. Для этого рI измеряют линейкой расстояние от анода до места локализации белка на геле; затем по графику определяют, какому значению рН оно соответствует. Это значение рН соответствует значению рI белка.

При отсутствии специального графика для используемой смеси амфолитов считают градиент «идеально» линейным и на оси ординат равномерно размечают значения рН используемого интервала, а по оси абсцисс – длину геля.

### ***Оценка результатов исследования***

Краткое изложение результатов исследования; оценка их идентификационной значимости.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при установлении набора белков с определенными изоэлектрическими точками, что указывает на общую видовую принадлежность исследованных объектов.

*Пример.* Представленное на исследование вещество ... представляет собой икру ценных лососевых пород – икру горбуши.

Категорический отрицательный вывод формулируется при отсутствии общих признаков, обусловленном различием исследованных объектов.

*Пример.* Представленное на исследование вещество ... не является икрой рыб.

Вероятный вывод невозможен.

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

- недостаточная совокупность выявленных признаков;
- отсутствие контрольных образцов;
- первоначальные свойства объекта изменены по каким-либо причинам;
- масса идентифицируемого объекта меньше 0,01 г.

*Пример.* Представленное на исследование вещество является икрой ценных осетровых пород. Отнести икру к конкретному виду рыбы (осетр, белуга, севрюга и др.) не представляется возможным ввиду загрязненности объекта исследования посторонними белками.

### **Литература**

1. *Бельцова Т.Ф., Платоненкова Л.С., Федюшкин А.Б.* Комплексное экспертное исследование вареных колбас. – Ч. 2. – М.: ЭКЦ МВД России, 1994.
2. *Любинская С.И.* Дифференциация мясных компонентов в пищевых продуктах. – М.: ЭКЦ МВД России, 1975.
3. *Паничкина Н.А., Платоненкова Л.С., Круглий Л.А.* Исследование пищевых продуктов животного и растительного происхождения по составу белков методами электрофореза // Экспертная практика. – № 45. – М.: ЭКЦ МВД России, 1998.
4. *Писарев В.М.* Электрофоретические методы в анализе пищевых продуктов // Вопросы питания. – М., 1998. – Т. 3.
5. *Платоненкова Л.С. и др.* Электрофоретические методы исследования образцов тканей ценных видов рыб и млекопитающих. – М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДА**

*М.В. Чибисова*

ЭКЦ МВД России

### **Экспертная задача**

Исследование химического состава меда в целях определения его природы.

### **Объект исследования**

Натуральный мед – продукт переработки медоносными пчелами нектара или пади [2, 5].

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли представленное на исследование вещество медом натуральным (искусственным)?

Является ли представленный мед натуральным цветочным или натуральным падевым?

Каково ботаническое происхождение меда?

Однородны ли представленные на исследование образцы меда?

Содержатся ли в исследуемом меде посторонние примеси?

Подвергался ли мед термической обработке?

Соответствует ли представленный мед требованиям нормативно-технической документации (ТУ, ГОСТов и др.)?

### **Сущность методики**

Используя микроскопические, химические и физико-химические методы, выявить комплекс признаков, необходимых и достаточных для проведения классификации и диагностики объекта.

Выбор методов, технических средств (оборудования, расходных материалов и реактивов) осуществляется экспертом в каждом конкретном случае в зависимости от экспертной задачи и с учетом количества объекта исследования.

### **Подзадачи**

Классификация объекта в целях отнесения к определенной группе пищевкусовых продуктов (группе мёдов).

Диагностическое исследование в целях определения вида сырья.

Диагностическое исследование в целях отнесения к определенному виду меда (ботаническое происхождение, способ добывания).

Микроскопическое исследование – определение анатомо-морфологических признаков.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Классификация и дифференциация объекта включают в себя совокупность признаков, полученных в результате использования комплекса химических, физико-химических и микроскопических методов анализа: анатомо-морфологические признаки; комплекс органолептических, химических и физико-химических показателей.

### **Оборудование, инструменты и материалы**

Оптический микроскоп с увеличением до 400–600<sup>x</sup> и возможностью работы в поляризованном свете.

Лабораторный рефрактометр (типа RL3), позволяющий проводить измерения коэффициента преломления жидкостей, пластичных и твердых тел, а также содержания сахара в водных растворах.

Весы лабораторные аналитические; максимальный предел взвешивания – 140 г; точность взвешивания – 0,0001 г.

Посуда лабораторная химическая: колбы мерные различной вместимости 2 класса точности с пришлифованной стеклянной пробкой; пипетки градуированные 2 класса точности; стаканы высокие лабораторные с носиком, градуированные, различной вместимости.

Фотометр фотоэлектрический (типа КФК-3).

Баня термостатированная водяная.

Термометр ртутный стеклянный (от 0 до 100 °С).

Ареометр со шкалой от 1,080 до 1,160.

Часы песочные или секундомер механический.

Электроплитка.

pH-метр-иономер.

Центрифуга (скорость 3000 об/мин).

Фильтровальная бумага.

Счетная камера Горяева.

Металлическая сетка (100 отверстий на 1 см<sup>2</sup>).

Сушильный шкаф без конвекции (температура до 200 °С).

Муфельная печь.

Эксикатор.

Фарфоровые тигли.

Поляриметр.

Компрессор аквариумный.

Колонка с ионообменной смолой типа «Амберлит IRA-400».

Реактивы и расходные материалы – согласно методическим указаниям и рекомендациям [1, 3].

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с текстом документа о назначении исследования либо экспертизы (отношение, постановление, определение органов дознания, следствия, суда); при назначении повторной экспертизы – ознакомление с заключением первичной экспертизы.

Определение наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное либо полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

Уяснение вопросов, вынесенных на разрешение эксперта; проверка полноты представленных материалов; установление необходимости запроса дополнительных материалов.

Определение соответствия оформления объектов установленным правилам (целостность упаковки; наличие пояснительных надписей, оттисков штампов и печатей); при необходимости – фотографирование упаковки.

Вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов перечню в тексте документа о назначении исследования или экспертизы<sup>1</sup>; установление необходимости запроса дополнительных материалов; при необходимости – фотографирование представленных объектов.

Визуальная оценка достаточности количества представленного объекта для проведения полного исследования.

Взвешивание объектов на весах с точностью до 0,01 г.

### *Проведение исследования<sup>2</sup>*

1. Внешний осмотр объектов исследования; определение органолептических показателей в целях выявления нарушений технологии производства, условий хранения, фальсификации (цвет меда, аромат, вкус, консистенция, признаки брожения, склонность к кристаллизации) [1–3].

2. Определение содержания воды в целях установления зрелости меда и пригодности его для хранения (определение массовой доли воды с помощью рефрактометра; при его отсутствии используются ареометры) [1, 3].

3. Определение углеводного состава меда (наличия и количественного содержания редуцирующих сахаров и сахарозы) с использованием феррицианидного метода (стандартного или ускоренного), методов фотоэлектроколориметрии, тонкослойной хроматографии, газовой

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

<sup>2</sup> Вся измерительная аналитическая аппаратура должна иметь сертификат ежегодной поверки. Все измерения количественных показателей проводятся в трехкратной повторности с последующим расчетом вариационно-статистических показателей и сравнительной оценкой полученных данных по доверительным интервалам.

хроматографии с пламенно-ионизационным и масс-селективным детектированием [1, 3].

4. Определение диастазной активности меда капельным методом, методом фотоэлектроколориметрии либо методом Готе [1, 3].

5. Определение содержания оксиметилфурфурола методом Селиванова–Фиге в модификации А.В. Аганина, фотоэлектроколориметрии [1, 3].

6. Определение наличия естественных и посторонних механических примесей путем фильтрования жидкого меда через металлическую сетку [1, 3].

7. Определение зольности меда методом гравиметрии [1, 3].

8. Определение оптических свойств меда методом поляриметрии [1, 3].

9. Определение наличия товарного сахара в меде путем перегонки с водяным паром [1, 3].

10. Определение наличия посторонних примесей в меде (муки, крахмала, желатина, свекловичной патоки, крахмальной патоки, искусственного инвертированного сахара, падевого меда) с использованием комплекса капельных реакций [3].

11. Диагностика меда в целях определения его прогрева с использованием методов визуальной оценки и микроскопии [3].

12. Пыльцевой анализ меда с использованием счетной камеры Горяева и метода микроскопии. Микроскопическое исследование методом оптической микроскопии (увеличение до  $1000\times$  в проходящем и отраженном свете; при необходимости – в поляризованном свете).

13. Установление таксономической принадлежности пыльцы с помощью атласов и определителей [3].

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при выявлении всего комплекса признаков (классификационных, диагностических).

*Пример.* Представленный на исследование ... является медом липовым, соответствующим требованиям ... (ГОСТа, ТУ) по органолептическим и физико-химическим показателям.

Категорический отрицательный вывод формулируется при отсутствии комплекса диагностических признаков, установлении отличий в анатомо-морфологических признаках и химическом составе исследованных объектов.

*Пример.* Представленный на исследование ... не является медом, а представляет собой искусственно инвертированный сахар.

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных индивидуализирующих признаков и при обнаружении ограниченного количества диагностически значимых анатомо-морфологических признаков.

*Пример.* Представленный на исследование ... является медом цветочным, не соответствующим требованиям ГОСТ 19792 «Мед натуральный. Технические условия» (присутствуют выраженные признаки брожения).

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

количества объекта недостаточно для выявления комплекса классифицированных, диагностических признаков и формулирования выводов.

### Литература

1. ГОСТ 19792. Мед натуральный. Технические условия.
2. ГОСТ Р 52001. Пчеловодство. Термины и определения.
3. *Круглий Л.А., Володина Н.Н., Астапович Г.П. и др.* Экспертное исследование меда. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1990.
4. Хроматография в тонких слоях / Под ред. Э. Шталя. – М., 1965.
5. *Чернигов В.Д.* Мед. – Минск, 1979.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ДОМАШНЕЙ ВЫРАБОТКИ**

*М.В. Чибисова, В.Г. Савенко, Н.Н. Скоробогатова*  
ЭКЦ МВД России

### **Экспертные задачи**

Установление природы исследуемой жидкости.

Установление вида исходного сырья.

### **Объекты исследования**

Спиртосодержащие жидкости домашнего изготовления (брага, самогон).

### **Вопросы, решаемые экспертизой**

Является ли представленная на исследование жидкость спиртосодержащей? Если да, то какова ее крепость (объемная доля этилового спирта)?

Является ли представленная на исследование жидкость спиртным напитком домашнего изготовления – брагой, самогоном?

На основе какого сырья изготовлена представленная на исследовании брага?

### **Сущность методики**

Используя микроскопические, химические и физико-химические методы, выявить комплекс признаков, необходимых и достаточных для проведения классификации и диагностики объекта.

Выбор методов, технических средств (оборудования, расходных материалов и реактивов) осуществляется экспертом в каждом конкретном случае в зависимости от экспертной задачи и с учетом количества объекта исследования [2].

### **Подзадачи**

Классификация объекта в целях отнесения к определенной группе напитков (группе спиртосодержащих напитков).

Диагностическое исследование в целях отнесения к определенному виду напитка домашней выработки – браге, самогону.

Диагностическое исследование в целях установления вида сырья.

Микроскопическое исследование – определение анатомо-морфологических признаков.

Химическое исследование.

### **Совокупность признаков, характеризующих объект**

Классификация и дифференциация объекта включают в себя совокупность признаков, полученных в результате использования комплекса химических, физико-химических и микроскопических методов анализа: рН-среды; анатомо-морфологические признаки; комплекс органолептических, химических и физико-химических показателей.

Брага – сброженный сахаросодержащий субстрат, который может служить сырьем для изготовления алкогольного напитка домашнего изготовления – самогона. Брага, как правило, мутная жидкость со специфическим запахом, имеющая объемный дрожжевой осадок. При продолжающемся процессе брожения происходит выделение газообразных продуктов.

Самогон – прозрачный или слегка мутный продукт перегонки (дистилляции) браги в домашних условиях. Может быть бесцветным или иметь окраску вследствие введения различных добавок.

### **Оборудование, материалы и реактивы**

Оптический микроскоп с увеличением до 400–600<sup>x</sup> и возможностью работы в поляризационном свете.

Газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором и системой электронной регулировки потоков газов.

Весы лабораторные аналитические; максимальный предел взвешивания – 120 г; точность взвешивания – 0,0001 г.

Облучатель хроматографический УФС-254/365.

УФ-спектрометр (либо колориметр фотоэлектрический лабораторный).

Стекланный шприц-дозатор; максимальный объем дозирования – 10 мм<sup>3</sup>; точность дозирования – 0,1 мм<sup>3</sup> (типа «Hamilton», Швейцария).

Колонка кварцевая капиллярная «HP-FFAP» длиной 50 м; внутренний диаметр – 0,32 мм; толщина пленки фазы – 0,52 мкм.

Хроматографические камеры стеклянные.

Нагревательный столик для тонкослойной хроматографии.

Ареометры для спирта.

Пластины для ТСХ «Сорбфил» (типа ПТСХ-П-А; ПТСХ-П-А-УФ; ПТСХ-АФ-А; ПТСХ-АФ-А-УФ) размером 10 × 10 см.

Посуда лабораторная химическая: колбы мерные различной вместимости 2 класса точности с пришлифованной стеклянной пробкой; пипетки градуированные 2 класса точности; пикнометры; виалы вместимостью 2 см<sup>3</sup> с завинчивающимися крышками и тефлонированной уплотнительной мембраной.

Баллонные газы:

азот, осч.;

гелий марки «А»;

водород технический марки «А» (возможно использование генератора водорода);

воздух сжатый, осч. (возможно использование воздушных компрессоров, обеспечивающих необходимое давление и чистоту воздуха согласно инструкции по эксплуатации газового оборудования).

Реактивы и расходные материалы – согласно методическим указаниям и рекомендациям [1–5].

## **Последовательность действий эксперта**

### ***Подготовка к проведению исследования***

Ознакомление с текстом документа о назначении исследования либо экспертизы (отношение, постановление, определение органов дознания, следствия, суда); при назначении повторной экспертизы – ознакомление с заключением первичной экспертизы.

Определение наличия разрешения на частичное или полное уничтожение объектов (согласно п. 3 ч. 4 ст. 57 УПК РФ)<sup>1</sup>.

Уяснение вопросов, вынесенных на разрешение эксперта; проверка полноты представленных материалов; установление необходимости запроса дополнительных материалов.

Определение соответствия оформления объектов установленным правилам на предмет целостности упаковки, наличия пояснительных надписей, оттисков штампов и печатей; при необходимости – фотографирование упаковки;

вскрытие упаковки и установление соответствия представленных объектов перечню, указанному в тексте документа о назначении ис-

---

<sup>1</sup> При отсутствии разрешения на частичное либо полное уничтожение объекта – направление письменного запроса лицу, назначившему экспертизу.

следования или экспертизы; установление необходимости запроса дополнительных материалов<sup>1</sup>; при необходимости – фотографирование представленных объектов.

Внешний осмотр представленных объектов на предмет целостности тары и укупорки, герметичности укупорки, наличия этикеток с пояснительными надписями на таре, наличия жидкости либо ее следов, наличия осадка либо других посторонних включений на дне тары; оценка достаточности количества жидкости для проведения полного исследования.

### ***Проведение исследования***

Внешний осмотр объектов исследования; определение органолептических показателей; подготовка объектов к исследованию.

Внешний осмотр жидкости в целях определения внешних (органолептических) признаков – запаха, степени прозрачности, цвета и оттенка, наличия осадка, наличия посторонних включений (фрагментов либо целых частей плодов, ягод, зерновых культур и пр.).

При наличии осадка или других посторонних включений – фильтрация объекта; определение объема надосадочной жидкости (в дальнейшем осадок и надосадочная жидкость исследуются по отдельности).

### ***Химическое исследование надосадочной жидкости***

#### ***Качественный анализ***

Проведение качественных реакций в целях установления наличия этилового спирта в составе исследуемого объекта и отнесения объекта к группе спиртосодержащих жидкостей; для качественного определения этилового спирта – использование реакций образования этилацетата, йодоформа; реакции с морфолином и ниропруссидом натрия [3, 5];

определение pH-среды жидкости; активная кислотность (рН) определяется с помощью потенциометра либо рН-метра (при их отсутствии используется универсальная индикаторная бумага) [5];

проведение качественных реакций в целях установления наличия и оценки содержания альдегидов [5];

---

<sup>1</sup> При несоответствии объектов их перечню в постановлении о назначении экспертизы – составление акта о неполноте вложения и оценка возможности производства экспертизы по имеющимся объектам с письменным уведомлением лица, назначившего экспертизу. В иных случаях – возвращение материалов без исполнения в установленном порядке.

проведение качественных реакций в целях установления наличия и оценки содержания сивушных масел [3, 5];

проведение качественных реакций в целях установления наличия и оценки содержания метанола [5];

проведение качественных реакций в целях установления наличия и оценки содержания фурфурола (для качественного определения фурфурола проводится соответствующая качественная реакция с анилином в кислой среде) [5];

проведение качественных реакций в целях установления наличия сахара (углеводов) (для качественного определения сахара в составе спиртных напитков домашней выработки используются реакции Селиванова, горения, с  $\alpha$ -нафтолом или антроном) [5];

выявление наличия крахмалсодержащего сырья путем проведения качественной реакции с раствором Люголя (при наличии осадка исследованию подвергается жидкость с осадком); при необходимости – диагностика крахмальных зерен с помощью определителей [3];

выявление наличия каратиноидов путем их экстракции в хлороформ; при наличии осадка – исследование жидкости с осадком [3].

#### *Количественный анализ*

Определение содержания этилового спирта (как правило, объемной доли этилового спирта, которая определяется после предварительной перегонки исследуемой жидкости по плотности) с использованием ареометров, пикнометров либо методом газожидкостной хроматографии [4, 5];

определение количественного содержания альдегидов, высших спиртов, метанола с использованием методов колориметрии, спектрофотометрии либо метода газожидкостной хроматографии [1];

определение количественного содержания сахара феррицианидным методом, с антроном либо методом газожидкостной хроматографии [1, 5].

#### *Микроскопическое исследование осадков [1, 5]*

Отделение крупных частиц (плодов, семян, частиц листового происхождения) от мелкой фракции. Исследование каждой фракции (компонентов осадка) отдельно.

Выявление и описание анатомо-морфологических признаков растительных частиц в целях таксономической диагностики растений, являвшихся исходным сырьем исследуемой жидкости, проводят невооруженным глазом, методом оптической микроскопии (при увели-

чении от  $100\times$  до  $600\times$  в проходящем и отраженном свете; при необходимости – в поляризационном свете). Установление таксономической принадлежности растительных частиц проводят с помощью атласов и определителей.

Исследование мелких фракций осадков в целях выявления дрожжевых грибов (сахаромицет) и крахмальных зерен. Диагностика активности дрожжевых грибов путем добавления в препарат 0,01%-го раствора метиленовой сини и оценки окрашивания клеток сахаромицет; при необходимости – диагностика крахмальных зерен с помощью определителей.

### **Формулирование выводов эксперта**

По результатам проведенного исследования эксперт формулирует окончательный вывод.

Категорический положительный вывод формулируется при выявлении всего комплекса признаков (классификационных, диагностических).

*Пример 1.* Установлено, что проанализированная жидкость спиртосодержащая (до 12–16 %<sub>об.</sub> этанола) имеет кислую среду, содержит в своем составе дрожжевые грибки и сахар (частицы листьев, крахмальных зерен, кусочков семян и плодов, пыльцы). Формулируется вывод: «Представленная на экспертизу жидкость является спиртным напитком домашней выработки – брагой, крепостью ... полученной на основе ... сырья. Проанализированная жидкость может служить промежуточным продуктом (сырьем) для приготовления самогона».

*Пример 2.* Установлено, что проанализированная жидкость спиртосодержащая, со специфическим запахом сивушных масел и слабокислой реакцией среды, содержит в своем составе метанол, сивушные масла, альдегиды, сложные эфиры. Формулируется вывод: «Жидкость, представленная на экспертизу, является спиртным напитком домашней выработки – самогом крепостью ...».

Категорический отрицательный вывод формулируется при отсутствии комплекса диагностических признаков, установлении отличий в анатомо-морфологических признаках и химическом составе исследованных объектов.

*Пример.* Установлено, что проанализированная жидкость спиртосодержащая имеет слабокислую реакцию среды; содержание альдегидов, сивушного масла, сложных эфиров не характерно для спиртных напитков домашней выработки (не превышает значений, характерных для спирта этилового ректифицированного). Формулируется вывод: «Представленная на экспертизу жид-

кость не является спиртным напитком домашней выработки, а представляет собой спиртосодержащую жидкость крепостью ... приготовленную на основе этилового спирта ректификованного».

Вероятный вывод формулируется в случае недостаточной совокупности выявленных индивидуализирующих признаков при обнаружении ограниченного количества диагностически значимых анатомо-морфологических признаков.

*Пример.* Установлено, что крепость исследованной спиртосодержащей жидкости равна 42 ‰; содержание альдегидов, сивушного масла, сложных эфиров (в пересчете на безводный спирт) характерно как для спиртных напитков домашней выработки, так и для этилового спирта-сырца. Формулируется вывод: «Представленная на исследование жидкость может представлять собой как спиртосодержащую жидкость, приготовленную на основе этилового спирта-сырца, так и спиртной напиток домашней выработки – самогон. Крепость проанализированной жидкости – 42 ‰».

Вывод о невозможности решения вопроса формулируется в следующих случаях:

в распоряжении эксперта отсутствуют необходимые материалы и оборудование;

количества объекта недостаточно для выявления комплекса классификационных, диагностических признаков и формулирования выводов.

### Литература

1. Комплексное исследование спиртосодержащих жидкостей (спиртных напитков) домашней выработки / Т.М. Пучкова, Т.Ф. Моисеева, Е.Д. Козинер и др. – М., 1993.

2. Программа профессиональной подготовки экспертов лабораторий исследования пищевых продуктов / Под ред. канд. хим. наук В.Г. Савенко. – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

3. *Савицкий А.Н., Бельцова Т.Ф.* Комплексное экспресс-исследование спиртных напитков домашней выработки. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1989.

4. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах. – М., 1993.

5. *Эйхенбаум И.Г., Короткина Л.Г., Борисова В.В.* Криминалистическое исследование спиртосодержащих жидкостей домашнего изготовления (самогоны, браги). – М., 1981.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Биологическая экспертиза тканей и выделений человека, животных</b> .....	3
Установление групповой принадлежности тканей и выделений человека .....	3
Исследование клеточных структур при установлении половой принадлежности .....	30
Установление регионального происхождения эпителиальных клеток .....	39
Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфизма длины последовательностей STR-локусов ядерной ДНК .....	45
Установление генетического пола на основе исследования амелогенинового гена .....	78
Установление генетического родства на основе исследования полиморфизма длины последовательностей STR-локусов ядерной ДНК .....	83
Генетическая идентификация человека на основе исследования полиморфных последовательностей митохондриальной ДНК .....	96
Установление генетического родства на основе исследования полиморфных последовательностей митохондриальной ДНК .....	108
Исследование волос человека и животных .....	113
Выявление запаховых следов человека (как биологического вида) на предметах-следоносителях .....	124
Идентификация субъекта по запаховым следам из его пота и крови .....	133
<b>Ботаническая экспертиза</b> .....	156
Исследование объектов растительного (ботанического) происхождения .....	156
<b>Бухгалтерская экспертиза</b> .....	177
Определение дохода от финансово-хозяйственной деятельности исследуемого лица .....	177
Определение наличия и размера задолженности работодателя перед работниками по заработной плате и иным выплатам .....	212
Исследование движения бюджетных средств и средств государственных внебюджетных фондов .....	224
<b>Взрывотехническая экспертиза</b> .....	248
Исследование изъятго объекта на предмет принадлежности (непринадлежности) к взрывчатым веществам .....	248
Исследование изъятго предмета (изделия) в целях установления принадлежности (непринадлежности) к взрывным устройствам .....	270
Исследование следовых количеств взрывчатых веществ .....	288
Исследование остатков взрывного устройства после взрыва .....	305
<b>Геммологическая экспертиза</b> .....	321
Исследование драгоценных, поделочных камней, их имитаций и изделий из них .....	321
<b>Медико-криминалистическая экспертиза</b> .....	340
Экспертное исследование черепа неопознанного трупа в целях получения идентификационной информации и восстановления прижизненного облика .....	340

Экспертное исследование черепа неопознанного трупа и материалов на предполагаемого погибшего (умершего) в целях идентификации личности .....	355
Получение идентификационной информации по измененным кистям рук неопознанного трупа в целях идентификации личности .....	375
<b>Налоговая экспертиза</b> .....	385
Исследование исчисления налога на добавленную стоимость и налога на прибыль организаций .....	385
Исследование исчисления налога, уплачиваемого в связи с применением упрощенной системы налогообложения .....	401
<b>Пожарно-техническая экспертиза</b> .....	414
Установление очага пожара при производстве пожарно-технических экспертиз .....	414
Установление технической причины пожара .....	443
Определение причин разрушения медных проводников, изымаемых с мест пожаров .....	474
<b>Почвоведческая экспертиза</b> .....	488
Исследование объектов почвенного происхождения .....	488
<b>Финансово-аналитическая экспертиза</b> .....	513
Определение финансового состояния хозяйствующего субъекта и степени влияния экономических факторов на его изменение .....	513
<b>Экспертиза материалов, веществ и изделий</b> .....	534
Исследование наркотических средств, получаемых из растений конопли и мака .....	534
Исследование товарной нефти и некоторых нефтепродуктов .....	561
Исследование измененных нефтепродуктов .....	570
Исследование смазочных материалов .....	586
Исследование лакокрасочных материалов и лакокрасочных покрытий .....	600
Исследование полимерных материалов, клеев и резин .....	610
Диагностическое и сравнительное исследование волокон .....	626
Сравнительное исследование волокнистых материалов и изделий из них .....	636
Экспертное исследование специальных химических веществ .....	649
Экспертное исследование металлов и сплавов .....	656
Экспертное исследование маркировочных обозначений на изделиях из металлов, полимерных и иных материалов .....	665
Исследование стекла и керамики физико-химическими методами .....	685
Исследование следов продуктов выстрела на руках и одежде проверяемых лиц .....	693
<b>Экспертиза пищевых продуктов</b> .....	717
Исследование вареных колбас .....	717
Исследование чая .....	734
Исследование кофе .....	753
Исследование мармелада .....	767
Определение видового происхождения образцов икры ценных видов рыб .....	778
Исследование меда .....	786
Исследование спиртных напитков домашней выработки .....	792