

Краснодарский университет МВД России

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ДОСМОТРА. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

Учебно-методическое пособие

Краснодар
2019

УДК 621.386
ББК 32.995
П75

Одобрено
редакционно-издательским советом
Краснодарского университета
МВД России

Составители: *А. Г. Александров, В. Н. Цимбал*

Рецензенты:

В. Э. Баумтрог, кандидат физико-математических наук (Барнаульский юридический институт МВД России);

И. Л. Алексеенко (Главное управление МВД России по Краснодарскому краю).

Применение технических средств досмотра. Обеспечение
П75 радиационной безопасности [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. : А. Г. Александров, В. Н. Цимбал. – Электрон. дан. – Краснодар : Краснодарский университет МВД России, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-5-9266-1510-1

Содержатся материалы, рассматривающие вопросы классификации досмотрового оборудования, особенности рентгеновских изображений и их анализа, назначение и принцип работы систем неразрушающего исследования, основы безопасной эксплуатации досмотровых комплексов.

Для профессорско-преподавательского состава, адъюнктов, курсантов, слушателей образовательных организаций МВД России и сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации.

УДК 621.386
ББК 32.995

ISBN 978-5-9266-1510-1

© Краснодарский университет
МВД России, 2019
© Александров А. Г., Цимбал В. Н.,
составление, 2019

Введение

Сотрудники служб безопасности, всевозможные контролирующие организации, различных правоохранительных органов, включая полицию, на постоянной основе осуществляют контроль за перемещением, накоплением и хранением различного рода веществ как обычных, так и вредных и опасных. Международным сообществом разработаны специальные соглашения, правила, нормы и другие документы, касающиеся классификации и контроля подобного рода веществ в повседневной жизни, так и при осуществлении контроля прохода на специализированные территории либо через границы, проезда по дорогам стран различными путями (морским, воздушным, железнодорожным) и т.д. В данном пособии нами будут рассмотрены общие сведения об опасных предметах и веществах, а также специализированная техника предназначенная для поиска подобного рода объектов.

Поисковой техникой следует называть приборы, устройства и приспособления, позволяющие обнаружить объекты в укрывающих средах (грунте, воде, одежде, багаже и т. д.) по признакам, не воспринимаемым органами чувств человека.

Полиция в соответствии со ст. 1 Федерального закона от 07.02.2011 г. № 3-ФЗ «О полиции», предназначена для защиты жизни, здоровья, прав и свобод граждан Российской Федерации, иностранных граждан, лиц без гражданства (далее - граждане; лица), для противодействия преступности, охраны общественного порядка, собственности и для обеспечения общественной безопасности¹. Для реализации указанных задач в некоторых федеральных контрольно-пропускных пунктах на территории России используются инспекционно-досмотровые комплексы, предназначенные для обеспечения обнаружения фактов сокрытия взрывчатых веществ и взрывных устройств, оружия, боеприпасов, ядерных и радиоактивных материалов и других опасных предметов и веществ.

Достижение положительных результатов в данном направлении было бы невозможным без перехода на новую систему ор-

¹ Федеральный закон от 07.02.2011 г. № 3-ФЗ «О полиции»// СПС Консультант плюс.

ганизации контроля и исполнения досмотровых процедур, применение которой позволило снизить временные затраты и повысить их эффективность.

Наиболее трудоемким процессом в досмотровом контроле всегда являлся контроль над перемещением крупногабаритных грузов и транспортных средств, так как он связан с необходимостью выполнения целого комплекса трудоемких и длительных по времени разгрузочно-погрузочных работ (2–3 часа на одно транспортное средство), что исключало возможность стопроцентной проверки этих объектов. По этой причине большая их часть, особенно транзитные грузы, проходили контроль на основании только представленных документов, без реальной идентификации содержимого. Также выборочно досматривались и сами транспортные средства, их конструкционные узлы, которые могут использоваться в качестве тайников.

В настоящее время наиболее совершенной и эффективной техникой для обеспечения обнаружения фактов нарушения Российского законодательства путем сокрытия перевозки взрывчатых веществ и взрывных устройств, оружия, боеприпасов, ядерных и радиоактивных материалов и других опасных предметов и веществ являются инспекционно-досмотровые комплексы (ИДК). Эти комплексы позволяют за минимальное время (не более 3–5 минут) без вскрытия грузовых помещений транспортных средств получать их рентгеновские изображения с перевозимым в них товаром, идентифицировать перевозимые товары, конструкционные узлы транспортного средства, обнаруживать в них предметы, запрещенные к перевозке, а также проводить ориентировочную оценку количества перевозимого груза. Важно при этом учитывать и психологическое воздействие применения ИДК на потенциальных нарушителей законодательства¹.

¹ Малышенко Ю.В. Начальная подготовка персонала инспекционно-досмотровых комплексов: учебник / Ю.В. Малышенко, С.С. Ерошенко, С.В. Симочко. Владивосток: Владивостокский филиал Российской таможенной академии, 2010. – 460 с.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДОСМОТРА

1.1. Классификация досмотровой техники

Под досмотрово-поисковой техникой понимается комплекс технических средств, используемый для поиска объектов, обнаружение которых органами чувств человека затруднено или невозможно, а также для контроля посетителей и пассажиров, их вещей (ручной клади, багажа и т.п.) при обеспечении безопасности различных учреждений, массовых мероприятий и общественного транспорта.

К досмотровому оборудованию относятся, например, стационарные и переносные (портативные) рентгено-телевизионные установки, различные металлодетекторы, от простейших ручных до арочных многозонных установок и специальных селективных устройств, эндоскопы и досмотровые зеркала. К досмотровому оборудованию так же следует отнести детекторы опасных жидкостей и паров взрывчатых веществ, а также детекторы часовых механизмов, как механических, так и электронных.

Досмотровую и поисковую технику можно классифицировать по ряду признаков: по обнаруживаемому параметру (или физическому признаку объекта), по объекту поиска или досмотра, по мобильности. Классификация поисковой и досмотровой техники по указанным признакам показана на рис. 1.1.

Многие образцы технических средств, используемых для контроля и досмотра, можно отнести к интроскопам.

Интроскопия (от лат. *intro* — внутри и греч. *skopeo* — смотрю, рассматриваю, наблюдаю) неразрушающее исследование внутренней структуры объекта и протекающих в нем процессов с помощью звуковых волн, электромагнитного излучения различных диапазонов, постоянного и переменного электромагнитного поля и потоков элементарных частиц. К этой группе относятся рентгеноскопическое оборудования, тепловизоры, радиоволновые, средства визуального контроля и др.

Для обнаружения одного и того же объекта могут быть использованы приборы, осуществляющие поиск по разным физическим принципам. Например, для обнаружения людей используют

газоанализаторы (например прибор «Гиацинт»), тепловизоры (неохлаждаемый поисково-наблюдательный тепловизор «Катран-3»), средства регистрации акустических колебаний (Лаванда М), радиоволновые средства (радар-обнаружитель людей за преградами РО-400).

Прибор «Катран-3» (рис. 1.2) обеспечивает визуализацию теплоизлучающих объектов, наблюдение динамики теплообмена и позволяет обнаружить человека на дистанции не менее 1 км¹.



Рис. 1.1. Классификация досмотровой техники

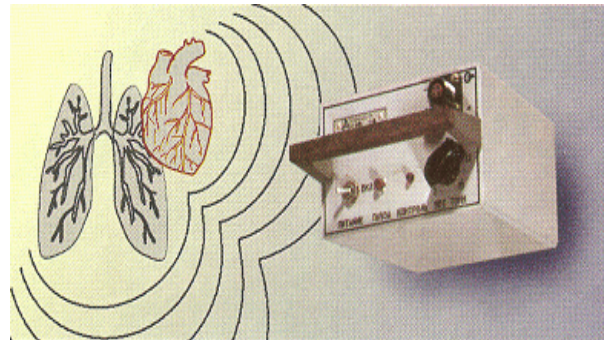
Прибор «Лаванда М» (рис. 1.2) предназначен для обнаружения живых объектов (людей, животных) в закрытых (скрытых) объемах транспортных средств, зданиях².

¹ Каталог <http://www.bnti.ru>

² <http://security.rasu.ru>



а) Катран 3



б) Лаванда М

Рис. 1.2. Средства обнаружения людей

В основе действия данного прибора лежит преобразование механических колебаний (например, кузова автомобиля), вызываемых жизнедеятельностью организма укрывающегося человека (биение сердца, дыхание, сокращение мышц), в звуковые сигналы. Колебания воспринимаются и преобразуются в электрические сигналы пьезоэлектрическим преобразователем вибраций, встроенным в прибор. Частота этих колебаний составляет менее 20 Гц. Такие колебания не воспринимаются человеком на слух. Дальнейшее преобразование сигнала приводит их к частоте звука, воспринимаемой человеческим ухом.

Тепловизоры используются для поиска пустот, принципы регистрации акустических колебаний – при поиске механических часовых замедлителей взрывных устройств, газоаналитические методы – при поиске наркотических средств и взрывчатых веществ.

Средства визуального контроля предназначены для обследования мест, осмотр которых невооруженным глазом затруднителен или невозможен. Средства визуального контроля можно разделить на специальные досмотровые зеркала, оптоволоконные эндоскопы и телевизионные эндоскопы (проводные и беспроводные).

Досмотровые зеркала – вспомогательные технические средства, предназначенные для визуального осмотра мест, доступ к которым затруднен или ограничен: в помещениях, транспортных средствах, контейнерах с грузом на предмет обнаружения подозрительных предметов (ВУ, радиомаяков и других посторонних предметов, свободный оборот которых запрещен). Наиболее ча-

сто досмотровые зеркала применяются для автомобильного транспорта: днищ, колесных арок и других труднодоступных мест. Типовой досмотровый комплект зеркал включает в себя набор сменных зеркал различных размеров и конфигурации и телескопическую штангу, на которой с помощью подвижных шарнирных соединений закрепляется осветитель и одно из зеркал. Осветитель в большинстве случаев светодиодный, за счет чего обеспечивается высокая яркость свечения и малое энергопотребление, что особенно важно в нестационарных условиях. Зеркала, входящие в досмотровые комплекты, имеют, как правило, круглую форму и размеры от 60-220 мм в диаметре, а также прямоугольную форму с двумя наиболее распространенными типоразмерами зеркал 50x90 мм и 60x110 мм.

Эндоскоп это оптический прибор, предназначенный для визуального контроля объектов, имеющих сложную геометрию, к которым невозможен прямой доступ.

Типовая структурная схема эндоскопа показана на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Типовая схема эндоскопа

Оптоволоконный эндоскоп состоит из объектива, совмещенного источником света, световода и окуляра. Основным элементом эндоскопа является световод, изготовленный из множество оптоволоконных нитей. Свет по оптоволокну распространяется за счет многократного переотражения от внутренних стенок оптоволокна. Это позволяет свету распространяться вдоль него даже если оно изогнуто. Световод является направляющей средой для световых волн. Объектив воспринимает световые лучи и проецирует их на вход световода. На противоположном конце световода расположен окуляр, через который можно производить наблюдение невооруженным глазом. Большинство эндоскопов имеют возможность подключать к окуляру объектив фотоаппаратов или видеокамер для осуществления документирования процесса досмотра. Рабочая часть эндоскопа имеет систему управления, позволяющую оператору с помощью системы тросов изменять угол поворота объектива.

Телевизионные эндоскопы отличаются от оптоволоконных тем, что изображение воспринимается миниатюрной видеокамерой, с помощью которой преобразуется в электрический сигнал. Сигнал передается на приемную сторону по проводнику. Существуют и беспроводные системы, в которых сигнал от видеокамеры передается по радиоканалу, а работа самой камеры управляется дистанционно. Цифровая платформа таких устройств позволяет достаточно легко документировать полученные изображения путем сохранения фотоснимков или видео, при этом текущие процессы будут отображаться на встроенном мониторе. Снимки и видео можно просматривать на телевизоре или сохранять в виде файлов на ПЭВМ.

Примеры каждого из видов средств визуального контроля¹ представлены на рис. 1.4.

¹ Бюро научно-технической информации <http://www.bnti.ru>.



Рис. 1.4. Средства визуального контроля

Важную роль в организации охраны зданий, сооружений, объектов транспортной инфраструктуры, осуществлении контроля и регулирования перемещения людей с целью обнаружения запрещенных к проносу (провозу) металлических изделий (ножи, огнестрельное оружие, взрывные устройства и др.), а также поиска указанных предметов в неметаллических средах играют металлоискатели (металлодетекторы). Классификация металлоискателей по назначению представлена на рис. 1.5.

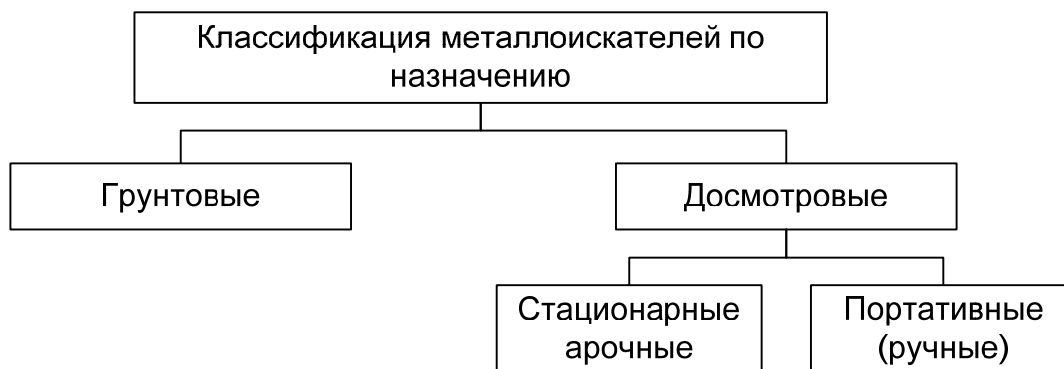
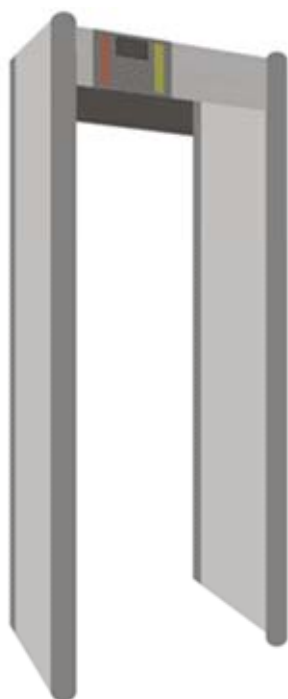


Рис. 1.5. Классификация металлоискателей по назначению

Стационарные металлоискатели могут устанавливаться открыто и скрытно. При открытой установке осуществляется гласный досмотр лиц при входе в помещение или на определенную территорию. При скрытой установке металлоискатель встраивается (камуфлируется) в проходы, коридоры, дверные проемы, офисную мебель для обеспечения негласного досмотра.

Ручные металлодетекторы предназначены для поиска металлических предметов в одежде и на теле человека, в багаже, корреспонденции и пр.

Принцип действия большинства из них основан на гармоническом (одночастотном) вихретоковом методе обнаружения металлических объектов. Отличительной особенностью является питание от аккумулятора или батареи, что обеспечивает их автономную эксплуатацию. Внешний вид стационарного (арочного) и ручного металлодетекторов¹ показаны на рис. 1.6.



Арочный металлоискатель
«Паутина»



Ручной металлодетектор
«Сфинкс» VM- 611

Рис. 1.6. Металлоискатели

¹ Агентство технической безопасности «Нимрод» <http://www.nimrod.ru/>

Классификация металлоискателей по принципу действия представлена на рис. 1.7.



Рис. 1.7. Классификация металлоискателей по принципу действия

TR – transmitter-receiver (передатчик-приемник). Такие металлоискатели еще называют вихретоковые, по физическому принципу обнаружения металлических предметов. Поисковую головку металлоискателя образуют две катушки – намагничивающей и приемной, расположенных в одной плоскости и сбалансированных так, что при подаче сигнала в передающую катушку на выходах приемной присутствует минимальный сигнал. Принцип действия вихретоковых индукционных металлоискателей (рис. 1.8) основан на воздействии на металлический инородный предмет переменного или импульсного магнитного поля, создаваемого намагничивающей катушкой датчика металлоискателя. При нахождении в переменном магнитном поле металлических предметов внутри них возникает движение электронов по замкнутому контуру. Это движение электроном называется вихревым током. Вихревой ток выбирает такое направление, чтобы создать магнитное поле, уменьшающее создающее его магнитное поле. Глубина проникновения вихревых токов в металл уменьшается с увеличением частоты.

В отсутствие вблизи датчика металлических предметов, переменное поле намагничивающей катушки вызывает в его при-

емной катушке переменный электрический ток. Для предотвращения ложных срабатываний, необходимо уменьшить влияние излучающей катушки на приемную, что может достигаться либо выбором взаимного расположения катушек или расположением их концентрически в одной плоскости и использования компенсатора напряжения. Первый способ характеризуется сложностью изготовления датчика, так как даже небольшие изменения взаимного расположения катушек приводят к ложным срабатываниям. При использовании компенсаторов напряжение, наведенное при отсутствии металлического предмета компенсируется электронной схемой.

Параметры обнаружения зависят от частоты излучаемого сигнала. Чем выше рабочая частота, тем меньше может быть размер целей и в тоже время меньше глубина их обнаружения. Большинство металлодетекторов работает на одной частоте от 5 до 60 кГц. Высокая частота (60 кГц) позволяет улавливать мелкие предметы (2-5 мм). Однако высокочастотный сигнал быстрее затухает в почве, поэтому глубина обнаружения предметов несколько меньше. Низкая частота прибора (5 кГц) хуже выявляет мелкие предметы, но зато электромагнитные волны проникают глубже в почву и поэтому глубина обнаружения предметов выше.

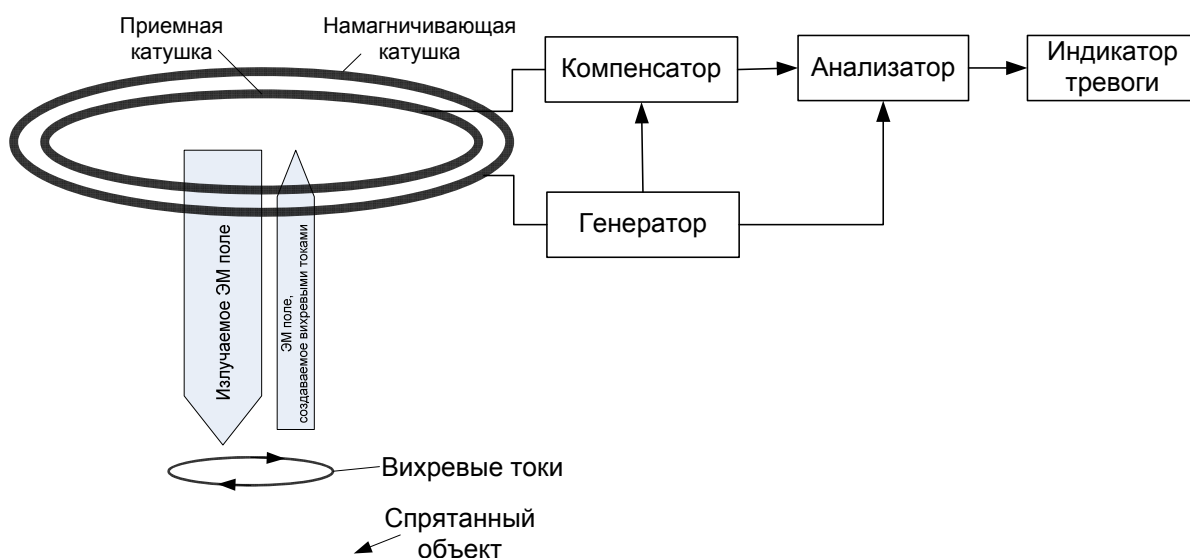


Рис. 1.8. Принцип действия вихретоковых металлоискателей

В настоящее время разработаны металлодетекторы, использующие многочастотную технологию обнаружения BBS (Broad Band Spectrum). BBS-схема передает 17 частот одновременно от 1,5 кГц до 25,5 кГц с шагом 1,5 кГц. Многочастотный детектор способен находить и точно идентифицировать цели с максимальной глубиной независимо от минерализации или содержания металло мусора в земле. По сути это одновременно 17 одночастотных детекторов работающих одновременно. BBS-детектор ищет глубже, различает металлы более точно и может использоваться на сильно минерализованных почвах и морских пляжах.

К достоинствам вихретоковых металлодетекторов относится высокая помехозащищенность, возможность построения металлоискателей, различающих цветные и черные металлы.

К недостаткам – необходимость значительной жесткости конструкций катушек и предохранения их от сотрясений при работе, либо усложнение электронной схемы из-за необходимости применения компенсатора напряжения.

В импульсных металлоискателях (PI pulse induction (импульсная индукция) процесс приема и передачи разнесен во времени. Он состоит из генератора импульсов тока, приемной и излучающей катушек, которые могут быть совмещены в одну, устройства коммутации и блока обработки сигнала. Приемная и излучающая катушки могут располагаться друг относительно друга достаточно произвольно, так как прямое проникновение излучаемого сигнала в приемную катушку и действие на нее отраженного сигнала разнесены по времени. В некоторых моделях одна катушка выполняет роль сначала излучающей, а потом приемной. В намагничивающую катушку от запускающего генератора подается импульсный сигнал. По сигналу в приемной катушке, который будет зависеть от продолжительности и вида процесса затухания вихревых токов в обследуемом объекте, делается вывод о наличии металлических объектов в обследуемой области.

К достоинствам относится отсутствие высоких требований к жесткости конструкции катушек и относительная независимость от малых сотрясений и перемещений.

К недостаткам импульсных металлоискателей следует отнести сложность реализации на практике разделения объектов по типу металла, сложность аппаратуры генерации и коммутации импульсов тока и напряжения большой амплитуды, высокий уро-

вень радиопомех. Этот метод зачастую применяется в водных металлоискателях.

BFO - beat frequency oscillation (метод биений). Измеряемым параметром металлоискателя является частота генератора, зависящая от наличия металлических предметов около поисковой головки.

RF - radio frequency (радио частота) - высокочастотный вариант металлоискателя, где передающая и приемная катушки разнесены в пространстве и расположены перпендикулярно друг к другу. Приемная катушка принимает отраженный от металлической поверхности сигнал, излучаемый передающей катушкой. Этот метод используется в глубинных приборах и характеризуется нечувствительностью к мелким объектам и отсутствием различения металлов.

OR - off resonance (срыв резонанса). Анализируемым параметром металлоискателя является уровень сигнала на катушке колебательного контура, настроенного близко к резонансу с подаваемым на него сигналом от генератора. Появление металла в поле катушки вызывает или достижение резонанса или уход от него, в зависимости от вида металла, что приводит к увеличению или уменьшению амплитуды колебаний на катушке.

Следующая группа металлоискателей измеряет магнитное поле и называется магнитометрами. Использование магнитометров в качестве металлоискателей основано на явлении локального искажения естественного магнитного поля Земли ферромагнитными материалами, например железом. Обнаружив с помощью магнитометра отклонение от обычного для данной местности модуля или направления вектора магнитной индукции поля Земли, можно с уверенностью утверждать о наличии некоторой магнитной неоднородности (аномалии), которая может быть вызвана железным предметом.

По сравнению с рассмотренными ранее металлоискателями, магнитометры имеют гораздо большую дальность обнаружения железных предметов. Такая большая дальность обнаружения объясняется тем, что аналогом излучаемого поля обычных металлоискателей для магнитометров является однородное магнитное поле Земли. Принципиальным недостатком магнитометров является невозможность обнаружения с помощью них предметов из цветных металлов.

1.2. Виды лучевых досмотровых установок и требования к ним

Лучевые досмотровые установки (далее - ЛДУ) делятся на две группы:

- рентгеновские установки для контроля багажа и товаров (далее - РУДБТ), имеющие в своем составе одну или несколько рентгеновских трубок, работающих при анодном напряжении до 300 кВ,

- инспекционно-досмотровые ускорительные комплексы (далее - ИДУК), имеющие в своем составе один или несколько ускорителей электронов с энергией до 10 МэВ.

РУДБТ подразделяются на 3 типа.

К РУДБТ 1-го типа относятся стационарные и мобильные досмотровые установки с закрытой досмотровой камерой и движущимся объектом контроля, который сканируется одним или несколькими пучками рентгеновского излучения. Досмотровая камера должна быть окружена радиационной защитой, обеспечивающей безопасные условия работы и исключающей возможность облучения людей прямым пучком излучения.

К РУДБТ 2-го типа относятся стационарные и мобильные досмотровые установки с закрытой досмотровой камерой, в которую помещается объект контроля. Он просвечивается пучком рентгеновского излучения. Досмотровая камера должна быть окружена радиационной защитой, обеспечивающей безопасные условия работы и исключающую возможность облучения людей прямым пучком излучения.

К РУДБТ 3-го типа относятся переносные установки, источник рентгеновского излучения в которых не имеет стационарной радиационной защиты. Ограничение облучения персонала достигается удалением персонала за пределы радиационно-опасной зоны или использованием специальных переносных защитных конструкций.

ИДУК разделяются на 2 типа.

К ИДУК первого типа относятся стационарные и мобильные ИДУК с неподвижным ИИИ и движущимся объектом контроля.

К ИДУК второго типа относятся стационарные и мобильные ИДУК с неподвижным объектом контроля и движущимся ИИИ.

Для РУДБТ 2-го типа должны быть предусмотрены блокировки, исключающие возможность подачи анодного напряжения на рентгеновскую трубку при открытой досмотровой камере. Для РУДБТ 1-го и 2-го типов должны быть предусмотрены блокировки, исключающие возможность подачи анодного напряжения при снятых или неправильно установленных съемных защитных блоках (при их наличии). Конструкция блокировок должна исключать возможность их отключения без нарушения пломб изготовителя.

При неисправности блокировок возможность включения установки должна быть исключена. Информация о неисправности систем блокировки и сигнализации должна поступать на пульт управления.

В РУДБТ 1-го и 2-го типов защита от рентгеновского излучения должна конструктивно входить в состав установки и при всех возможных условиях ее эксплуатации обеспечивать ослабление мощности дозы рентгеновского излучения в любой доступной точке в 10 см от внешней поверхности установки до уровня не более 2,5 мкЗв/час.

Вход и выход из досмотровой камеры РУДБТ 1-го типа при генерации рентгеновского излучения должны перекрываться эластичными защитными шторками или дверцами, ослабляющими рассеянное излучение до допустимой величины. Генерация рентгеновского излучения должна производиться только в период прохождения контролируемым объектом зоны контроля. При остановке движения транспортера, перемещающего объект контроля, генерация излучения должна прекращаться.

В РУДБТ 2-го типа подача объекта контроля в досмотровую камеру и его извлечение должны производиться через специальную защитную дверцу. Она должна иметь блокировку, исключающую возможность генерации рентгеновского излучения при не полностью закрытой дверце.

РУДБТ 3-го типа должна иметь пульт дистанционного управления, обеспечивающий возможность включения и выключение рентгеновского излучателя оператором, находящимся вне радиационно-опасной зоны¹.

¹ Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками». СанПиН 2.6.1.2369–08. // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

Техническая документация на РУДБТ 3 группы должна содержать информацию о конфигурации и размерах радиационно-опасной зоны.

Мобильные ИДУК должны иметь специальные кабины для водителя и оператора, обеспечивающие радиационную безопасность находящегося в них персонала при работе ИДУК.

Ускоритель электронов стационарного ИДУК должен размещаться в отдельном помещении (досмотровом зале), обеспечивающем при любых допустимых режимах эксплуатации ИДУК ослабление уровней ионизирующего излучения в смежных помещениях и на территории до допустимых значений (12 мкЗв/ч для помещений постоянного пребывания персонала группы А, 24 мкЗв/ч для помещений временного пребывания персонала, 0,12 мкЗв/ч в любых других помещениях и территории).

Пульт управления стационарным ИДУК должен размещаться в отдельном от досмотрового зала помещении, обеспечивающем радиационную безопасность персонала при работе ИДУК. Входная дверь в досмотровый зал должна блокироваться с системой включения ускорителя так, чтобы исключить возможность случайного облучения персонала.

Помещения (кабины), в которых размещены рабочие места персонала, должны быть оснащены системами непрерывного контроля радиационной обстановки при работе ИДУК.

ИДУК должны оснащаться системой видеонаблюдения за зоной ограничения доступа для мобильных ИДУК и залом досмотра для стационарных ИДУК.

ИДУК должен иметь световую и звуковую сигнализацию о работе ускорителя.

В ИДУК должны быть предусмотрены блокировки, исключающие возможность включения ускорителя или прекращающие генерацию излучения:

- при остановке процесса сканирования контролируемого объекта;
- при незакрытых дверях или защитных воротах в зал досмотра (для стационарных ИДУК);
- при превышении контрольных уровней излучения на рабочих местах персонала;

- при пересечении каким-либо объектом границы зоны ограничения доступа (для мобильных ИДУК).

ИДУК должны иметь световую сигнализацию (светофор), разрешающую или запрещающую въезд контролируемого объекта в зону контроля.

В зоне контроля ИДУК должны быть предусмотрены средства (кнопки, растяжки и др.) для выключения генерации излучения в аварийных ситуациях.

Мобильные ИДУК 1-го типа, в которых перемещение контролируемого транспортного средства при проведении контроля осуществляется его водителем, должны быть оснащены техническими средствами, исключающими возможность генерации излучения при нахождении кабины автомобиля в зоне контроля и обеспечивающими сканирование пучком излучения только грузового отсека автомобиля. Доза облучения водителя за счет проведения контроля управляемого им автомобиля не должна превышать 1,0 мкЗв.

Техническая документация на мобильный ИДУК должна включать схему (схемы) размещения комплекса, в которой определено положение комплекса при работе и указана граница зоны ограничения доступа.

В качестве основного наиболее информативного и эффективного инструмента для досмотра ручной клади и багажа используются различного типа рентгеновские или рентгенотелевизионные установки (РТУ).

Рентгеновское излучение это коротковолновое электромагнитное излучение с частотой от $3 \cdot 10^{16}$ Гц до $6 \cdot 10^{19}$ Гц и длиной волны 0,005-10 нм. В области энергий излучений, применяемых в досмотровой аппаратуре, рентгеновские кванты при прохождении сквозь вещество взаимодействуют с электронами атомных оболочек, поглощаясь (фотоэлектрический эффект) или рассеиваясь (так называемое комптоновское рассеяние). Одним из самых важных параметров рентгеноаппаратов является их чувствительность, определяемая как размеры уверенного обнаружения на экране устройства визуализации специального тест-объекта в виде эталонной медной проволоочки определенного диаметра. Чувствительность флюороскопов определяется в основном двумя параметрами - интенсивностью излучения и эффективностью его

регистрации рентгеновским экраном и зависит от толщины и плотности контролируемого объекта.

Рентгенотелевизионные установки позволяют в режиме реального времени рассмотреть внутреннюю структуру контролируемого объекта, идентифицировать инородные включения или дефекты. Возможности рентгенотелевизионных систем позволяют обнаружить отдельные элементы оружия и взрывных устройств, контейнеры с опасными вложениями и другие запрещенные к провозу предметы.

Классификация РТУ представлена на рис. 1.8.

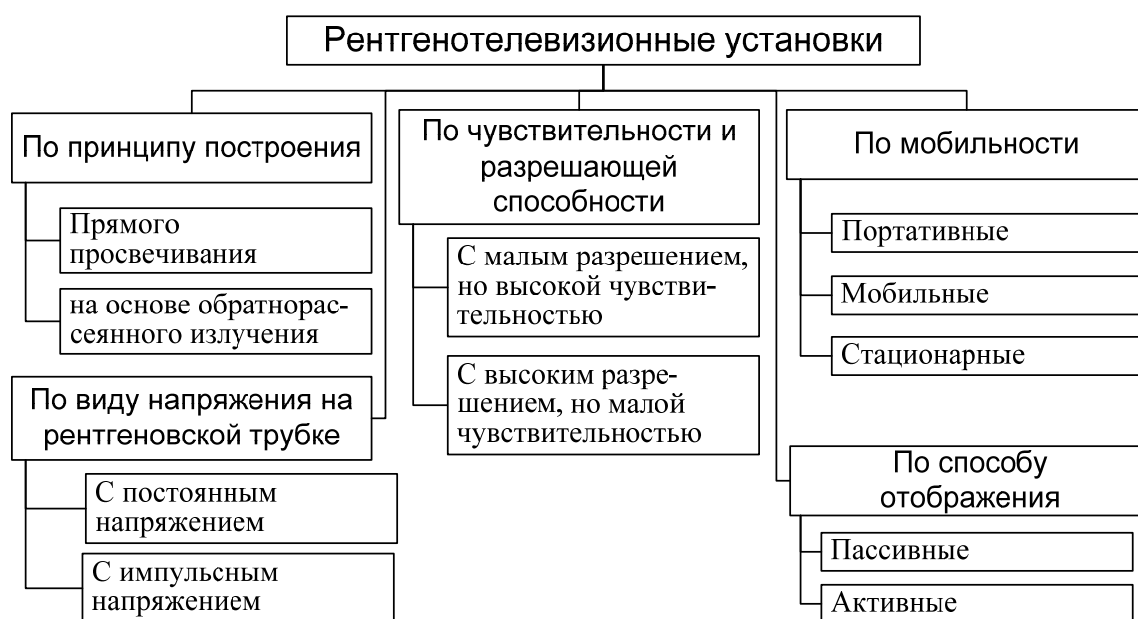


Рис. 1.8. Классификация рентгенотелевизионных установок

Способность рентгеновского излучения проникать через объекты, по разному поглощаясь различными веществами, используется в установках прямого просвечивания. Типовая рентгеноскопическая установка прямого просвечивания состоит из рентгеновской трубки (излучателя), создающей излучение, преобразователя теневого изображения, блока обработки и визуализации. Исследуемый объект помещается между излучателем и преобразователем. Проходя через него рентгеновские лучи теряют часть своей энергии и попадают на экран преобразователя. Интенсивность лучей в различных областях экрана будет различной и зависеть от веществ, из которых состоит объект исследова-

ния. Таким образом, исследуемый объект отбрасывает «тень» на экран преобразователя. Экран преобразователя состоит из флюоросцентных вещества. Воздействие на него рентгеновских лучей вызывает свечения, причем яркость свечения зависит от энергии воздействующего излучения.

На рис. 1.9. представлена структурная схема простейшей флюороскопической установки непосредственного наблюдения (флюороскопа). В таком устройстве изображение внутренней структуры объекта контроля наблюдается непосредственно на радиационно-оптическом преобразователе.

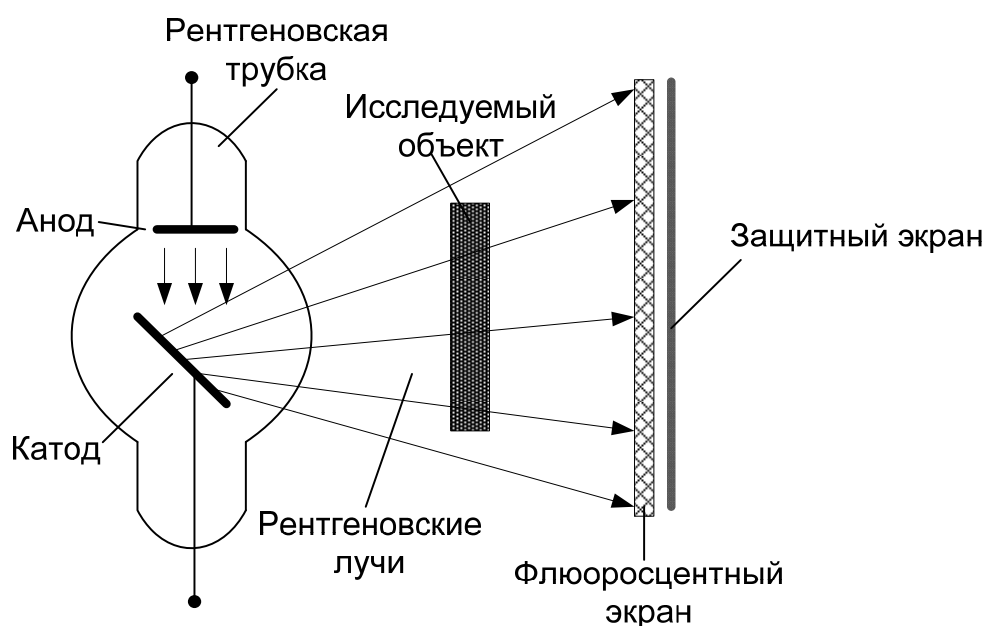


Рис. 1.9. Флюороскоп непосредственного наблюдения

Пассивные флюороскопы просты по конструкции, неприхотливы, недороги, надежны, имеют простые методики контроля. Радиационные интроскопы, относящиеся к пассивным флюороскопическим системам, разрабатываются в виде портативных устройств для контроля объектов, без предъявления высоких требований к дефектности, и стационарных комплексов, где необходимо наблюдение изображения с достаточно большой площади. Основным недостатком пассивных флюороскопических систем, ограничивающим сферу их применения, является низкий уровень яркости наблюдаемой светотеневой картины при достаточно высоких радиационных нагрузках на объект контроля.

В активных устройствах первичная светотеневая картина с целью повышения ее качества усиливается или трансформируется различными электронными средствами. Активные флюороскопические системы обеспечивают комфортные условия контроля и при одинаковых условиях работы обладают чувствительностью в два и более раз выше, чем пассивные. В качестве активных элементов могут использоваться: электронно-оптические усилители яркости оптического изображения (ЭОПы), рентгеновские электронно-оптические преобразователи (РЭОПы), телевизионные камеры. Поисковые средства радиационной интроскопии активного типа обеспечивают получение максимума информации о внутренней структуре объекта контроля при минимальном уровне радиационной нагрузки на него, обладают оптимальными соотношениями между весогабаритными и эксплуатационными характеристиками и отвечают жестким требованиям по безопасности работы с ними.

Типовые структурные схемы активных флюороскопов приведены на рис. 1.10.

На рис. 1.10а показана структурная схема флюороскопа портативного типа с поворотным зеркалом, обеспечивающим разнесение экрана и окуляра на достаточно большое расстояние для уменьшения радиационной нагрузки на оператора. При такой схеме построения предъявляются высокие требования как к входной оптике, которая должна обладать высоким разрешением и светосилой, так и к окуляру.

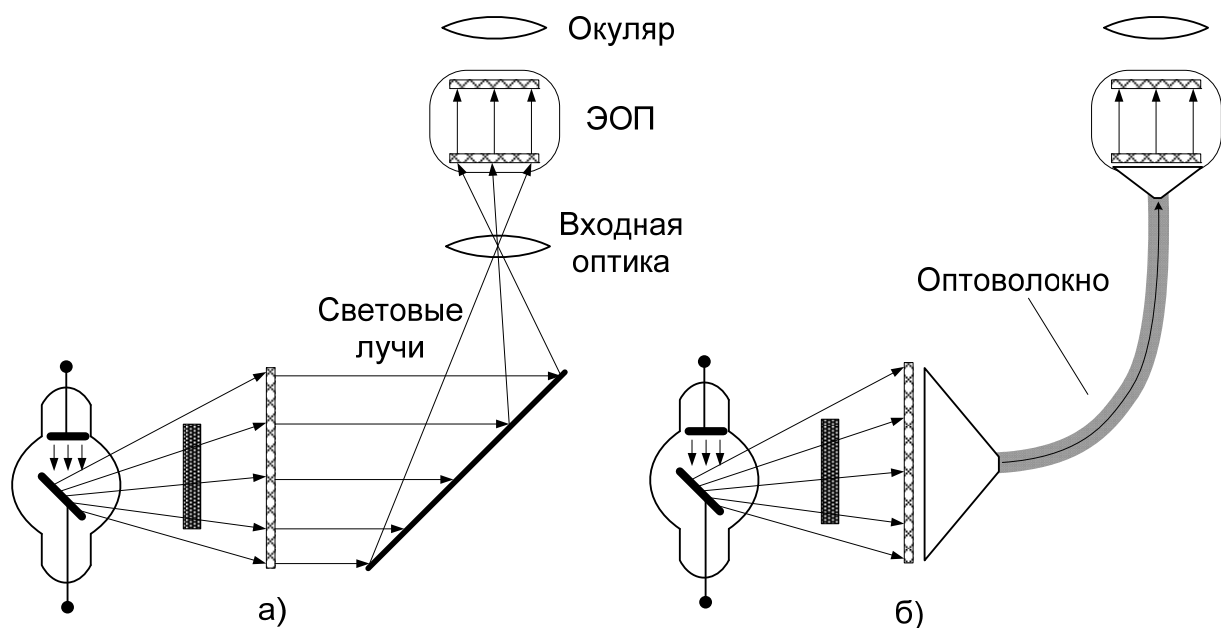


Рис. 1.10. Активные флюороскопы

В схеме, представленной на рис. 1.10. для трансформации изображения с флуоресцентного экрана на фотокатод ЭОПа используется оптоволоконно и фокусная линза. Такое построение является оптимальным для флюороскопических систем с небольшими экранами, основное назначение которых – контроль труднодоступных мест.

Активные флюороскопические поисковые системы на основе РЭОПов, а также на основе усилителей яркости изображения обеспечивают достижение высокой чувствительности. Однако применение РЭОПов в поисковых системах ограничено в первую очередь их внушительными массогабаритными характеристиками и значительным энергопотреблением, в то время как ЭОПы лишены указанных недостатков и, имея высокое разрешение и удовлетворительную чувствительность. Появление высокочувствительных малогабаритных приемопередающих телевизионных камер на основе ПЗС-матриц и небольших размеров видеоконтрольных устройств составило мощную конкуренцию ЭОПам и определило в большинстве случаев предпочтительное их использование, особенно в мобильных системах, где требуется документирование или трансляция получаемого изображения. Пример построения такой системы показан на рис. 1. 1.11.

Применение телевизионного канала в таких системах значительно расширяет функциональные возможности аппаратуры. Появляется возможность записи теневых изображений на носитель для последующего анализа и обработки.

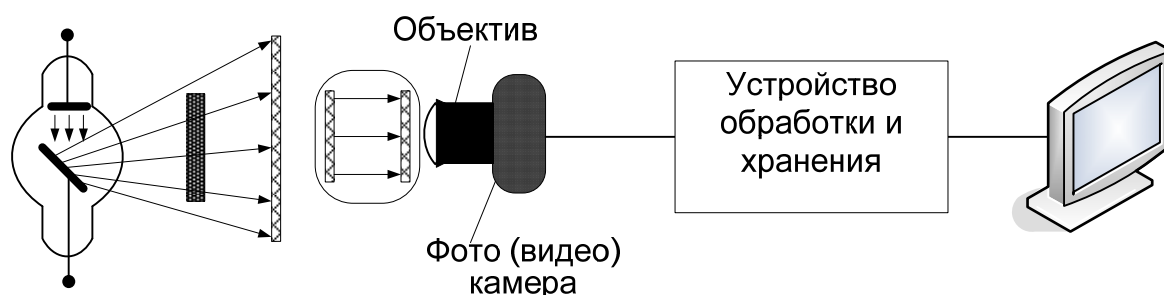


Рис. 1.11. Рентгенотелевизионная установка

В рассматриваемых выше схемах построения флюороскопов в течение исследования напряжение на катоде рентгеновской трубки было постоянным, что обеспечивало постоянное по интенсивности рентгеновское излучение. Применение в рентгенотелевизионных установках источников ионизирующего излучения с двумя и более уровнями энергии (мультиэнергетические РТУ), помимо классической визуализации внутренней структуры объектов контроля позволяют различить органические и неорганические материалы.

Принцип работы РТУ, основанный на применении метода сканирующего рентгеновского луча основан на том, что неподвижный рентгеновский генератор с помощью специального коллимирующего устройства формирует узкий веерообразный пучок рентгеновских лучей, по вертикали имеющий угол около 60° . Рентгеновские лучи, прошедшие сквозь объект контроля, с помощью специальной детекторной линейки, преобразуются в электрические сигналы, которые после соответствующей обработки в блоке обработки информации, записываются устройством цифровой видеопамати, а затем поступают на видеоконтрольное устройство монитор, трансформирующее их в видимое изображение на телевизионном экране. По принципу действия они напоминают обычный планшетный сканер, предназначенный для ввода изображений в ЭВМ.

Недостатком аппаратов сканирующего типа является возможность наблюдать и анализировать объекты за один цикл контроля только в одной плоскости, что в ряде случаев затрудняет распознавание и идентификацию предметов. Метод формирования нескольких проекций теневого рентгеновского изображения позволяет увеличить вероятность распознавания предметов за счет увеличения количества информации, поступающей к оператору. Этот метод позволяет оператору наблюдать одновременно или последовательно изображение нескольких проекций контролируемого объекта. Такая аппаратура, как правило, строится по двухканальной схеме, при которой оператор может наблюдать и анализировать одновременно две проекции инспектируемого объекта на одном мониторе (стереоскопический метод) или последовательно каждую из проекций на одном мониторе (двухкурсный метод). Для получения стереоскопического эффекта используют два источника рентгеновского излучения, расположенные на определенном расстоянии и под определенным углом друг к другу, или специальную рентгеновскую трубку, имеющую два катода, две управляющих сетки и один общий анод, и одну систему визуального изображения. Электронное управление каждым из двух генераторов или сетками одного генератора обеспечивает их попеременное включение. Электронные пучки попадают на объект контроля под разными углами, при этом теневые изображения, фиксируемые передающей телевизионной системой, оказываются расположенными под различными углами зрения.

Существуют РТУ, в которых используются специальные рентгеновские трубки, генерирующие излучение в виде коротких (от единиц наносекунд до десятка микросекунд) импульсов, следующих с частотой от долей до 100 герц. Такие аппараты получили название импульсных.

Достоинствами таких аппаратов являются меньшая по сравнению с аппаратами постоянного напряжения масса, высокий коэффициент полезного действия, возможность получения высокой мощности рабочей дозы.

К недостаткам можно отнести значительные размеры фокусного пятна, что снижает резкость изображения, меньшая чувствительность.

Основным недостатком рентгентелевизионных систем прямого просвечивания является так называемый «эффект тени», т. е. наложение теневых изображений предметов, находящихся один за другим на оси зондирующего излучения, что затрудняет, а иногда исключает возможность выявления незаконных вложений. Отмеченный эффект пытаются использовать при попытках незаконно пронести различные предметы, в том числе и ТС. Для обнаружения объектов в этом случае используют эффект рассеивания рентгеновских лучей. Угол рассеивания может меняться от 0 до 180 градусов. Кванты, рассеянные на углы близкие к 180 градусам называют обратно рассеянными и несут информацию о содержании обследуемого объекта. Интенсивность обратно рассеянного излучения для веществ с меньшей плотностью и меньшим атомным номером (таких как бумага, взрывчатые вещества, наркотики и другие органические вещества) больше, чем для веществ с большей плотностью и большим атомным номером (сталь, латунь, свинец и др.). Существует аппаратура, сочетающая два метода обследования: теневого и с обратно рассеянным излучением. Пример изображения содержимого портфеля, полученный с помощью такой аппаратуры, представлен на рис. 1.12.

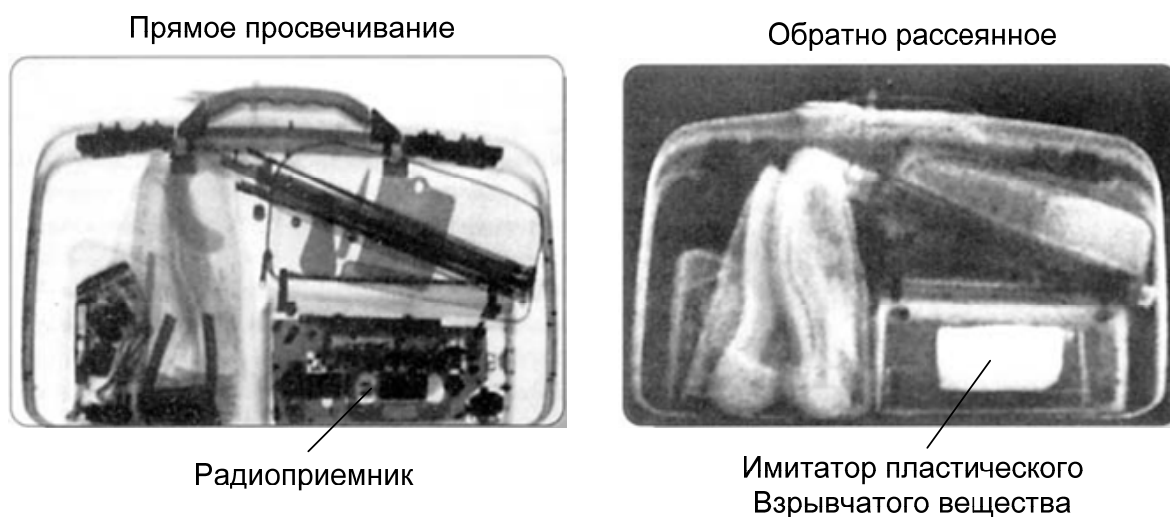


Рис. 1.12. Изображение портфеля при прямом и обратно рассеянном излучении

Анализируя их, оператор может обнаружить спрятанное в радиоприемнике вещество органического происхождения (в данном случае, имитатор пластического взрывчатого вещества).

На картине, полученной в проходящем пучке, изображение этого вещества затеняется более плотными слоями, сильнее поглощающими рентгеновское излучение.

По мобильности РТУ подразделяют на стационарные, мобильные и портативные. Стационарные системы подразделяются на конвейерные (сканирующие) и флюороскопические, выполненные в виде рентгенозащитных камер. Конвейерные установки более распространены и имеют высокие характеристики по скорости и качеству контроля. Скорость конвейерных лент достигает 20-25,5 см/сек, что обеспечивает контроль значительного количества объектов. Основным потребителем таких систем являются аэропорты, международные морские и речные порты, а также пункты контроля почтовых отправок. Мобильная аппаратура предназначена в основном для оснащения временных постов контроля и решения антитеррористических задач. Портативные РТУ применяются для обследования оставленных предметов, труднодоступных мест в зданиях, сооружениях, транспортных средствах, выявления предметов, запрещенных к перевозке.

В качестве примера можно привести портативную рентгено-телевизионную установку «Норка-М» (рисунок 1.13), предназначенную для проверки почтовой корреспонденции, багажа, мебели, различных бытовых предметов в целях выявления взрывных устройств, контейнеров с опасными вложениями, а также скрытно установленных средств съема информации.



Рис. 1.13. Портативная рентгентелевизионная установка «Норка-М»

Она обладает хорошей выявляющей способностью при слабом радиационном воздействии на окружающих и обслуживающий персонал. Используемые микрофокусные излучатели позволяют выявлять в контролируемых объектах включения с очень тонкой структурой (проводники толщиной 15-25 мкм, детали детонаторов и т. д.). В установке использован модульный принцип построения, позволяющий использовать различные взаимозаменяемые модули. В состав установки могут входить как микрофокусные излучатели, так и сильноточные. Портативный компьютерный блок управления «БУ-4» имеет 12" TFT-дисплей и большую емкость памяти, достигающую 30000 изображений с возможностью внесения речевых комментариев. Установка комплектуется блоком телекамеры, который устанавливается на один из четырех сменных преобразователей. Выбор конкретного преобразователя обуславливается габаритами контролируемого объекта и требуемым пространственным разрешением.

Проектирование, конструирование и изготовление ЛДУ могут проводить организации, в соответствии с требованиями НРБ-99, ОСПОРБ-99. Технические условия на ЛДУ должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение.

При проведении работ с использованием РУДБТ 3-го типа вне специальных помещений должны быть выполнены следующие требования:

- должна быть определена и маркирована (или ограждена) граница радиационно-опасной зоны так, чтобы она была ясно видимой с расстояния не менее 3 м;
- должно быть исключено нахождение людей в радиационно-опасной зоне при работе установки;
- должна быть определена граница зоны А и обеспечено отсутствие внутри этой зоны персонала группы Б и лиц из населения при работе установки;
- должна быть определена граница зоны Б и обеспечено отсутствие внутри этой зоны лиц из населения при работе установки;
- работы должны выполняться бригадой не менее чем из двух человек, один из которых должен постоянно находиться у пульта управления, а второй наблюдать за отсутствием людей в вышеперечисленных зонах.

Хранение мобильных ИДУК должно осуществляться в специальных боксах, обеспечивающих их сохранность и исключающих возможность несанкционированного использования ИДУК.

При досмотре транспортных средств с использованием мобильных ИДУК они размещаются на специальной площадке, и вокруг них создается зона ограничения доступа. Внешний периметр этой зоны обеспечивается техническими средствами ограничения доступа людей при работе ИДУК (ограждение) или средствами прекращения генерации излучения при входе людей в эту зону.

Стационарный ИДУК должен размещаться в досмотровом зале, обеспечивающем радиационную защиту персонала и населения.

Досмотровый зал должен иметь защитные ворота для въезда и выезда объектов контроля, оборудованные световой сигнализацией о разрешении на въезд объекта контроля, и блокировками, исключающими возможность включения генерации тормозного излучения при незакрытых воротах. Для входа персонала в досмотровый зал должна быть предусмотрена дверь, обеспечивающая радиационную безопасность в смежных помещениях при работе ИДУК. Она должна иметь блокировки, обеспечивающие:

- невозможность включения генерации излучения при открытой двери;

- невозможность открытия двери для входа в досмотровый зал при генерации излучения (при этом дверь должна беспрепятственно открываться для выхода из досмотрового зала с прекращением генерации излучения).

Внутри досмотрового зала должны быть предусмотрены средства для выключения генерации тормозного излучения в случае случайного попадания туда людей, а также система видеонаблюдения за досмотровым залом при проведении досмотра.

Персонал стационарного ИДУК должен размещаться в специальных помещениях, обеспечивающих радиационную безопасность персонала.

Границы зоны ограничения доступа для мобильных ИДУК 1-го типа должны устанавливаться так, чтобы при любом допустимом режиме работы комплекса мощность дозы тормозного излучения ускорителя на внешней границе зоны ограничения доступа не превышала 1,0 мкЗв/ч.

Конструкция досмотрового зала для стационарных ИДУК 1-го типа должна обеспечивать значение мощности дозы тормозного излучения ускорителя в 10 см от внешней поверхности стен и защитных ворот досмотрового зала не более 1,0 мкЗв/ч.

Границы зоны ограничения доступа для мобильных ИДУК 2-го типа должны устанавливаться так, чтобы при любом допустимом режиме работы комплекса максимальная доза тормозного излучения за час работы ИДУК в любой точке на границе зоны ограничения доступа не превышала 1,0 мкЗв.

Конструкция досмотрового зала для стационарных ИДУК 2-го типа должна обеспечивать значения максимальной дозы тормозного излучения за час работы ИДУК в любой точке в 10 см от внешней поверхности стен и защитных ворот досмотрового зала не более 1 мкЗв.

На дверях каждого помещения (кабины), в котором запрещается присутствие при работе установки людей или лиц, не несенных к персоналу группы А, должно быть указано назначение помещения и нанесен знак радиационной опасности¹.

¹ Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками». СанПиН 2.6.1.2369–08. // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

2. НАЗНАЧЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

2.1. Формы рабочих пучков рентгеновских лучей

Обычные рентгеновские трубки излучают широко расходящийся рентгеновский пучок (называемый исходным) – в виде конуса с относительно большим радиусом основания. Чтобы получить пучок любой заданной формы и распространяющийся в нужном направлении, исходный луч преобразуют с помощью специального устройства, называемого диафрагмой или коллиматором. Простейшие диафрагмы представляют собой пластины из материала, хорошо поглощающего рентгеновское излучение (часто из свинца), которые имеют отверстие в форме необходимого сечения рабочего луча. Диафрагму устанавливают вблизи фокуса рентгеновской трубки перпендикулярно оси рентгеновского луча (рис. 2.1).

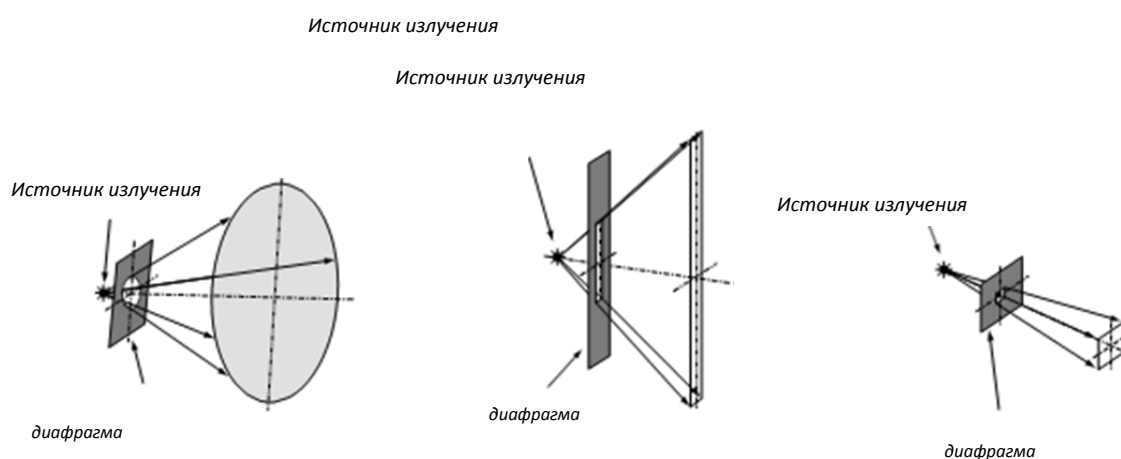


Рис. 2.1. Принципы формирования пучков заданной формы

В известных рентгеновских установках кроме исходного (конусообразного) пучка широко применяются узкий конусообразный и веерообразный пучки. Для получения из исходного узкого пучка применяют диафрагму с круглым отверстием малого диаметра: узкий пучок имеет форму того же конуса, но с малым радиусом основания. Для получения веерообразного пучка применяют щелевую диафрагму: от длины щели зависит угол расхождения «веера», а от ширины – «толщина» пучка. Известны

диафрагмы для получения пучков рентгеновских лучей более сложной конфигурации¹.

При использовании проекционного метода сразу весь объект просвечивается широко расходящимся рентгеновским пучком и теневая картина от него воспроизводится на плоском наблюдательном экране. Этот метод появился самым первым, но он применяется до сих пор, так как установки с его использованием самые простые и недорогие, что является главным его достоинством. В этих установках объект контроля помещается между источником излучения и флюоресцентным экраном (рис. 2.2).

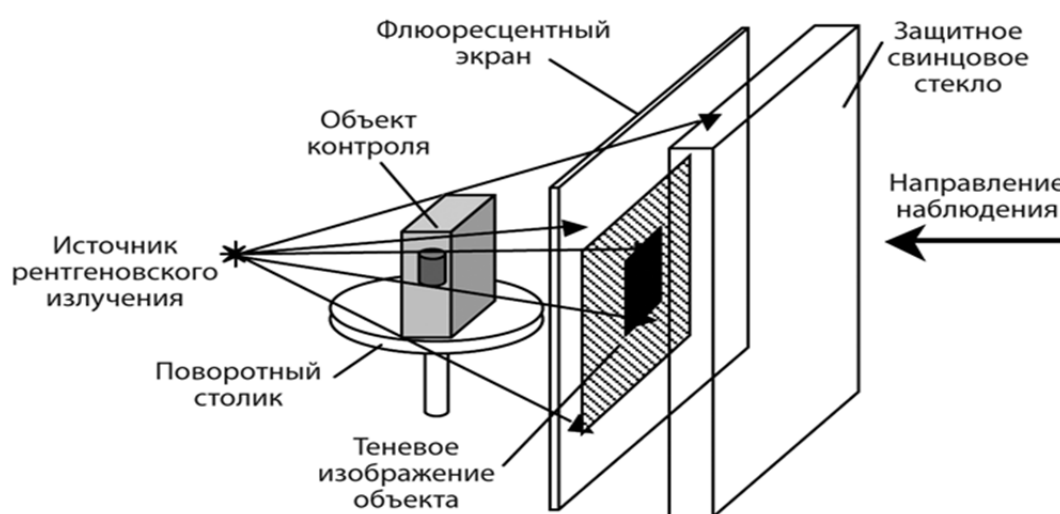


Рис. 2.2. Принцип работы проекционного метода

Флюоресцентный (светящийся) слой экрана располагается наружу от просвечиваемого объекта, чтобы изображение можно было наблюдать с внешней стороны. Оператор может анализировать изображение непосредственно через свинцовое стекло, при этом, он в большей степени подвергается рентгеновскому излучению, что вредно для здоровья (рис. 2.3а)².

В современных рентгенустановках оператор рассматривает изображение на экране монитора, на который исходное изобра-

¹ Применение мобильных инспекционно-досмотровых комплексов / А.И. Борсов; – Нальчик: СКИ(ф) КрУ МВД России, 2017. – 104 с.

² Вербов В.Ф. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс HCV-Mobile: основы эксплуатации и применения: учебное пособие / В.Ф. Вербов, С.Н. Гамидуллаев, Д.В. Кириллов, А.В. Шевцов; под общ. ред. проф. С.Н. Гамидуллаева. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2011. – 176 с.

жение передается на любое расстояние с помощью теле- и видеокамер. В этом случае облучение оператора полностью исключается (рис. 2.3 б).

Изображение может передаваться на большие расстояния и по световолоконным каналам связи или с помощью рентгенооптических усилителей света (рис. 2.3, в), что также полностью исключает облучение оператора.

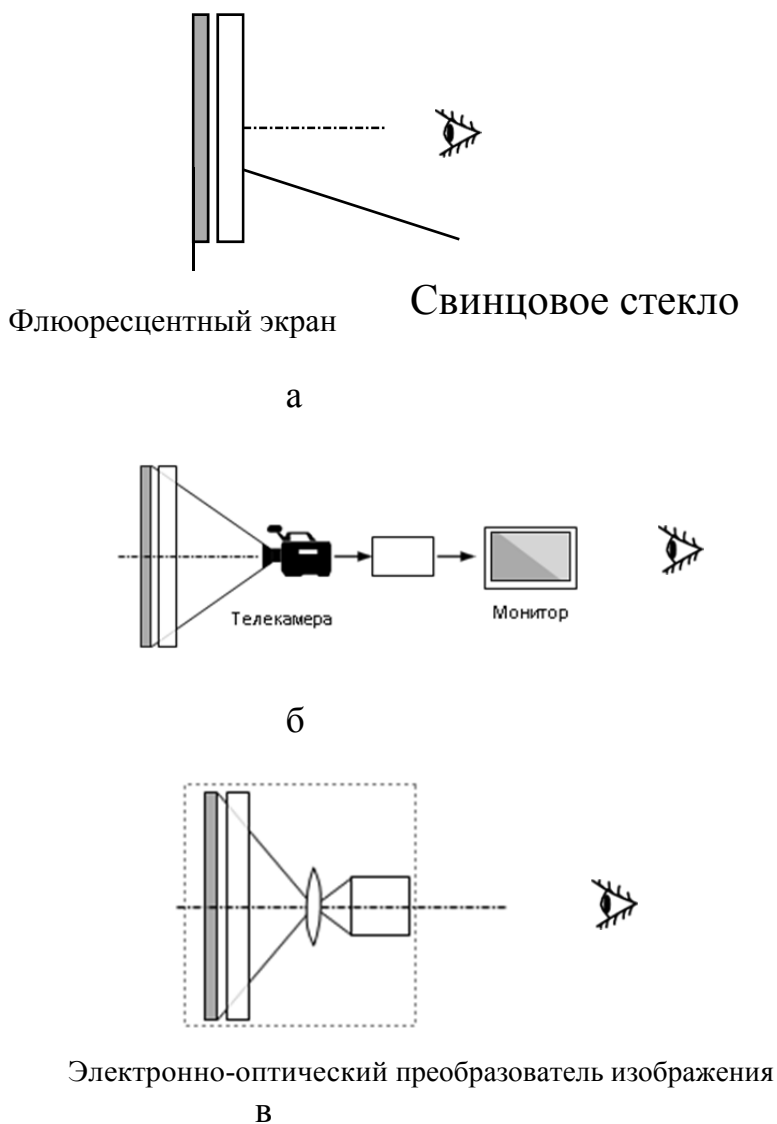


Рис. 2.3. Варианты просмотра изображения оператором:
а) установка с непосредственным наблюдением изображения
б) рентгентелевизионная установка
в) установка с рентгенооптическим усилителем света

Рентгеновское изображение на экране всегда будет несколько увеличенным по сравнению с реальными геометрическими размерами объекта контроля. Увеличение изображения зависит от расстояний от источника излучения до объекта и до экрана, а также от размера предмета и размера его изображения на экране.

Проекционный метод позволяет более подробно изучать контролируемый предмет: в процессе просвечивания предмет можно поворачивать или перемещать для более детального просмотра отдельных его частей.

Недостатками данного метода являются относительно невысокая производительность просвечивания и, самое главное, ограниченные геометрические размеры досматриваемых объектов. Этот метод часто используется в досмотровой рентгеновской технике, а в ИДК он не применяется¹.

2.2. Просвечивание объектов методом сканирования

К достоинствам метода сканирования относится следующее:

- возможность просвечивать объекты практически неограниченных размеров;
- высокая производительность контроля, а также обеспечение простого способа записи рентгеновского изображения в цифровой форме;
- обеспечение максимальной радиационной безопасности людей и товаров;
- высокая разрешающая способность, контрастность и чувствительность;
- возможность применения методик компьютерной обработки цифровых изображений для повышения их «читаемости», а вместе с ними и способов документирования и передачи изображений в форматах компьютерных графических файлов.

Именно из-за этих достоинств данный метод и используется во всех типах ИДК.

¹ Применение мобильных инспекционно-досмотровых комплексов / А.И. Борсов; – Нальчик: СКИ(ф) КрУ МВД России, 2017. – 104 с.

Метод сканирования имеет две модификации: с использованием веерообразных пучков и с использованием узких «бегущих» пучков рентгеновских лучей. Система с использованием узких пучков имеют ряд недостатков, в результате чего данная модификация встречается редко и в пособии не рассматривается.

При сканировании веерообразным пучком объект контроля располагается на конвейере, который обеспечивает его равномерное перемещение относительно источника излучения, или наоборот: объект остается неподвижным, а источник излучения равномерно перемещается относительно него. В этом методе главное, чтобы было равномерное перемещение объекта и источника относительно друг друга. На рисунке (рис. 2.4) показаны также детекторная линейка, коллиматор, рентгеновский излучатель (РИ), световые датчики (ограничительные барьеры) и блок цифровой обработки.

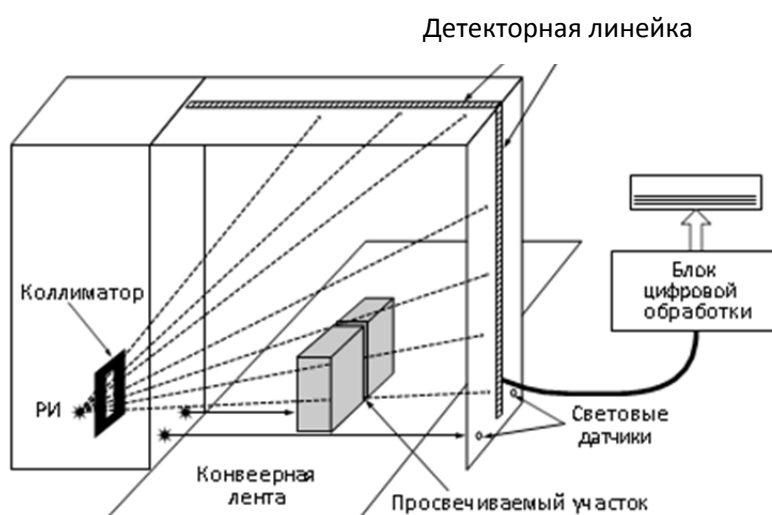


Рис. 2.4. Принцип работы сканирующего метода

С помощью специальной диафрагмы (коллиматора) вырезается веерообразный пучок, который направляется на объект контроля перпендикулярно его поверхности. Пучок пересекает объект по линии. Прошедший объект пучок, несущий в себе информацию о поглощении рентгеновских лучей вдоль этой линии, попадает на детекторную линейку, которая расположена на противоположной от объекта стороне. Детекторная линейка является приемником прошедшего через объект пучка. Ширина веерооб-

разного пучка, падающего на детекторную линейку, обычно составляет 2–3 мм. Детекторная линейка представляет собой матрицу из множества электронных детекторов, которые преобразовывают рентгеновское излучение в электрический сигнал.

Величина электрического сигнала (чаще - напряжения) пропорциональна интенсивности падающего на детектор излучения: если излучение в меньшей степени поглотилось объектом контроля, то, значит, будет выше его интенсивность, а следовательно, будет большее значение напряжения на выходе детектора.

После преобразования излучения и усиления электрического сигнала происходит одновременный автоматический опрос всех детекторов. Выходной сигнал каждого детектора с помощью аналого-цифровых приборов преобразуется в цифровой код, который записывается в блок памяти. В результате в этом блоке записывается группа цифровых кодов, каждый из которых пропорционален соответствующей интенсивности рентгеновского излучения вдоль линии пересечения объекта рентгеновским пучком. Таким образом, в электронной памяти формируется один столбец теневого изображения объекта (или вертикальная узкая полоска теневого изображения, выводимого на экран монитора). При перемещении объекта (или источника излучения) аналогично сканируются следующие его участки, и в памяти формируются очередные столбцы теневых изображений. Скорость движения объекта (или источника излучения) и скорость обработки информации таковы, что пропуски в получении изображения объекта исключены.

Далее в блоке памяти все полоски (фрагменты) теневой картины «выстраиваются» друг за другом, и в результате получается цельное двумерное изображение всего просвечиваемого объекта. Затем по команде информация из электронной памяти выводится на экран монитора так, что точки экрана своим свечением повторяют теневую картину, полученную в электронной памяти: там, где излучение сильно поглощалось материалом объекта, точки экрана будут темными; там, где излучение слабо поглощалось, точки экрана будут светлыми¹.

¹ Применение мобильных инспекционно-досмотровых комплексов / А.И. Борсов; – Нальчик: СКИ(ф) КрУ МВД России, 2017. – 104 с.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ОПАСНЫХ ПРЕДМЕТОВ И ВЕЩЕСТВ

3.1. Виды основных опасных предметов и веществ

К перечню основных опасных предметов и веществ можно отнести:

1) взрывчатые вещества, средства взрывания и предметы, ими начиненные:

– различные пороха, в любой упаковке и в любом количестве;

– патроны боевые (в том числе малокалиберные);

– патроны к газовому оружию;

– капсюли (пистоны) охотничьи;

– пиротехнические средства: сигнальные и осветительные ракеты, патроны сигнальные, посадочные шашки, дымовые патроны (шашки), спички подрывника, бенгальские огни, петарды железнодорожные;

– тротил, динамит, тол, аммонал и другие взрывчатые вещества;

– капсюли-детонаторы, электродетонаторы, электровоспламенители, детонирующий и огнепроводный шнур и т. д.

2) сжатые и сжиженные газы:

– газы для бытового пользования (бутан-пропан) и другие газы;

– газовые баллончики с наполнением нервно-паралитического и слезоточивого воздействия и т. д.

3) легковоспламеняющиеся жидкости:

– ацетон;

– бензин;

– пробы легковоспламеняющихся нефтепродуктов;

– метанол;

– метилацетат (метиловый эфир);

– сероуглерод;

– эфиры;

– этилцеллозола.

- 4) воспламеняющиеся твердые вещества:
- вещества, подверженные самопроизвольному возгоранию;
 - вещества, выделяющие легковоспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой:
 - калий, натрий, кальций металлический и их сплавы, кальций фосфористый и т. д.;
 - фосфор белый, желтый и красный и все другие вещества, относящиеся к категории воспламеняющихся твердых веществ;
- 5) окисляющие вещества и органические перекиси:
- нитроцеллюлоза коллоидная, в гранулах или хлопьях, сухая или влажная, содержащая менее 25% воды или растворителя;
 - нитроцеллюлоза коллоидная, в кусках, влажная, содержащая менее 25% спирта;
 - нитроцеллюлоза сухая или влажная, содержащая менее 30% растворителя или 20% воды и т. д.;
- 6) токсичные вещества;
- 7) радиоактивные материалы;
- 8) едкие и корродирующие вещества:
- сильные неорганические кислоты: соляная, серная, азотная;
 - фтористо-водородная (плавиковая) кислота и другие сильные кислоты и корродирующие вещества.
- 9) ядовитые и отравляющие вещества (любые ядовитые сильнодействующие и отравляющие вещества в жидком или твердом состоянии, упакованные в любую тару):
- бруцин;
 - никотин;
 - стрихнин;
 - тетрагидрофурфуриловый спирт;
 - антифриз;
 - тормозная жидкость;
 - этиленгликоль;
 - ртуть;
 - все соли синильной кислоты и цианистые препараты;
 - циклон, цианплав, мышьяковистый ангидрид и т. д.;

10) оружие:

– пистолеты, револьверы, винтовки, карабины и другое огнестрельное, газовое, пневматическое оружие, электрошоковые устройства, кортики, стилеты, десантные штык-ножи, за исключением случаев и в порядке установленном законодательством Российской Федерации;

11. другие опасные вещества, предметы и грузы, которые могут быть использованы в качестве орудия нападения на пассажиров, экипаж воздушного судна, а также создающие угрозу полета воздушного судна.

Классификация оружия. В соответствии с Федеральным законом № 150-ФЗ от 03 ноября 1996 г. «Об оружии», *оружие* – устройства и предметы, конструктивно предназначенные для поражения живой или иной цели, подачи сигналов.

Оружие в зависимости от целей его использования соответствующими субъектами, а также по основным параметрам и характеристикам подразделяется на:

1. Гражданское;
2. Служебное;
3. Боевое ручное стрелковое и холодное.

К служебному оружию относится, предназначенное для использования должностными лицами государственных органов и работниками юридических лиц, которым законодательством РФ разрешено ношение, хранение и применение указанного оружия в целях самообороны или для исполнения возложенных на них федеральным законом обязанностей по защите жизни и здоровья граждан, собственности, по охране природы и природных ресурсов, ценных и опасных грузов, специальной корреспонденции (огнестрельное гладкоствольное, нарезное короткоствольное, огнестрельное оружие ограниченного поражения)¹.

¹ «Об оружии». Федеральный закон Российской Федерации от 03 ноября 1996 г., № 150-ФЗ (ред. от 29.12. 2015) // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС Консультант Плюс.

3.2. Общая характеристика взрывчатых веществ, взрывных устройств и других опасных предметов и веществ

Взрывчатое вещество (ВВ) – химическое соединение или их смесь, способное в результате определенных внешних воздействий или внутренних процессов взрываться, выделяя тепло и образуя сильно нагретые газы. Комплекс процессов, который при этом происходит в таком веществе, называется детонацией. Традиционно к взрывчатым веществам также относят соединения и смеси, которые не детонируют, а горят с определенной скоростью (метательные пороха, пиротехнические составы).

Взрывное устройство (ВУ) – устройство, специально изготовленное и конструктивно предназначенное для самостоятельного поражения живой либо иной цели в результате бризантного, фугасного, термического и осколочного действия за счет мгновенного перехода потенциальной энергии в кинетическую вследствие физико-химических процессов.

Классификация взрывчатых веществ:

1. По составу

- *Индивидуальные химические соединения.* Большинство таких соединений представляют собой кислородосодержащие вещества, обладающие свойством полностью или частично окисляться внутри молекулы без доступа воздуха. Существуют соединения, не содержащие кислород, но обладающие свойством взрываться (разлагаться) (азиды, ацетилениды, diaзосоединения и др.). Они, как правило, обладают неустойчивой молекулярной структурой, повышенной чувствительностью к внешним воздействиям (трению, удару, нагреву, огню, искре, переходу между фазовыми состояниями, другим химическим веществам) и относятся к веществам с повышенной взрывоопасностью.

- *Взрывчатые смеси-компози́ты.* Состоят из двух и более химически не связанных между собой веществ. Многие взрывчатые смеси состоят из индивидуальных веществ, не имеющих взрывчатых свойств (горючих, окислителей и регулирующих добавок). Регулирующие добавки применяют:

– для снижения чувствительности взрывчатых веществ к внешним воздействиям. Для этого добавляют различные вещества-флегматизаторы (парафин, церезин, воск, дифениламин и др.);

– для увеличения теплоты взрыва добавляют металлические порошки, например, алюминий, магний, цирконий, бериллий и прочие восстановители;

– для повышения стабильности при хранении и применении;

– для обеспечения необходимого физического состояния. Например, для повышения вязкости суспензионных взрывчатых веществ применяют натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ);

– для обеспечения функций контроля над применением взрывчатых веществ. В состав взрывчатых веществ могут вводиться специальные вещества-маркеры, по наличию которых в продуктах взрыва устанавливается происхождение взрывчатых веществ.

2. По физическому состоянию:

- *газообразные;*

- *жидкие:*

При нормальных условиях таким взрывчатым веществом является, например, индивидуальные вещества нитроглицерин, этиленгликольдинитрат (нитрогликоль), этилнитрат. Существует много разработок жидких смесевых взрывчатых веществ (наиболее известны взрывчатые вещества Шпренгеля, панкластит и др.);

- *гелеобразные;*

При растворении нитроцеллюлозы в нитроглицерине образуется гелеобразная масса, получившая название «гремучий студень»;

- *суспензионные;*

Большая часть современных промышленных взрывчатых веществ представляют собой суспензии смесей аммиачной селитры с различными горючими и добавками в воде (акватол, ифзанит, карбатол). Существует огромное число суспензионных взрывчатых составов, в которых, либо окислители, либо горючие представляют собой жидкую среду. Применяются для заливки шпуров, но большинство таких составов со временем утратили техническую и экономическую целесообразность применения;

- *эмульсионные;*
- *твердые:*

В военном деле применяются преимущественно твердые (конденсированные) взрывчатые вещества. Твердые взрывчатые вещества могут быть монолитными (тол), порошкообразными (гексоген), гранулированными (аммиачно-селитренные взрывчатые вещества), пластичные, эластичные;

3. По форме работы взрыва:

- *инициирующие (первичные);*

Иницирующие взрывчатые вещества предназначаются для возбуждения взрывчатых превращений в зарядах других взрывчатых веществ. Они отличаются повышенной чувствительностью и легко взрываются от простых начальных импульсов (удара, трения, накола жалом, электрической искры и т. д.). Основой иницирующих взрывчатых веществ являются гремучая ртуть, азид свинца, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), тетразен, диазодинитрофенол (или их смеси) и прочие с высокой скоростью детонации (свыше 5000 м/с).

В военном деле и в промышленности иницирующие взрывчатые вещества применяются для снаряжения капсюлей-воспламенителей, капсюльных втулок, запальных трубок, различных электровоспламенителей, артиллерийских и подрывных капсюлей-детонаторов, электродетонаторов и др. Они используются также в различных средствах пироматериалов: пирозарядах, пиропатронах, пирозамках, пиротолкателях, пиромембранах, пиростартерах, катапультах, разрывных болтах и гайках, пирорезаках, самоликвидаторах и др.

- *бризантные (вторичные)* – вещества с высокой бризантностью, которой соответствует большая скорость распространения взрывной волны в веществе. От иницирующих отличаются меньшей чувствительностью.

Бризантные взрывчатые вещества менее чувствительны к внешним воздействиям, и возбуждение взрывных превращений в них осуществляется главным образом с помощью иницирующих взрывчатых веществ. В качестве бризантных взрывчатых веществ применяются обычно различные нитросоединения (тротил, нитрометан, нитронафталины и др.), N-нитраминами (тетрил, гексоген, октоген, этилен-N, N'-динитрамин и др.), нитраты спиртов

(нитроглицерин, нитроглицерин), нитраты целлюлозы и др. Часто эти соединения применяют в виде смесей между собой и с другими веществами. Бризантные взрывчатые смеси часто называют по виду окислителя:

- хлоратиты (окислитель - хлорат калия)
- перхлоратиты (окислитель - перхлорат калия, перхлорат аммония)
- аммониты (окислитель - нитрат аммония)
- окисиликвиты (окислитель - жидкий кислород) и др.

Бризантные взрывчатые вещества применяют для снаряжения боевых частей ракет различных классов, снарядов реактивной и ствольной артиллерии, артиллерийских и инженерных мин, авиационных бомб, торпед, глубинных бомб, ручных гранат и т.д. В ядерных боеприпасах бризантные взрывчатые вещества используются в зарядах, предназначенных для перевода ядерного горючего в надкритическое состояние. В различных вспомогательных системах ракетно-космической техники бризантные взрывчатые вещества применяют в качестве основных зарядов для разделения конструктивных элементов ракет и космических аппаратов, отсечки тяги, аварийного выключения и подрыва двигателей, выброса и отсечки парашютов, аварийного вскрытия люков и др.

В авиационных системах пиротехники бризантные взрывчатые вещества используются для аварийного отделения кабин, взрывного отброса винтов вертолетов и т. д. Значительное количество бризантных взрывчатых веществ расходуется в горном деле (вскрышные работы, добыча полезных ископаемых), в строительстве (подготовка котлованов, разрушение скальных пород, разрушение ликвидируемых строительных конструкций), в промышленности (сварка взрывом, импульсная обработка металлов и др.). Существуют произведения монументального искусства, изготовленные с помощью взрывчатых веществ (монумент Crazy Horse в штате Южная Дакота, США).

- метательные:

Метательные взрывчатые вещества (пороха и ракетные топлива) служат источниками энергии для метания тел (снарядов, мин, пуль и т.д.) или движения ракет. Их отличительная особенность -

способность к взрывчатому превращению в форме быстрого сгорания, но без детонации.

- *пиротехнические:*

Пиротехнические составы применяются для получения пиротехнических эффектов (светового, дымового, зажигательного, звукового и т. д.). Основным видом взрывчатых превращений пиротехнических составов - горение.

Метательные взрывчатые вещества (пороха) применяются в основном в качестве метательных зарядов для различного рода оружия и предназначаются для придания снаряду (торпед, пуле и т. д.) определенной начальной скорости. Преимущественным видом химического превращения их является быстрое сгорание, вызываемое лучом огня от средств воспламенения. Пороха делятся на две группы:

- а) дымные;
- б) бездымные.

Представителями первой группы могут служить черные пороха, представляющие собой смесь селитры, серы и угля, например артиллерийский и ружейный пороха, состоящие из 75% калиевой селитры, 10% серы и 15% угля. Температура вспышки дымных порохов равна 290-310 °С.

Ко второй группе относятся пироксилиновые, нитроглицериновые, дигликолевые и другие пороха. Температура вспышки бездымных порохов равна 180-210 °С.

Пиротехнические составы (зажигательные, осветительные, сигнальные и трассирующие), применяемые для снаряжения специальных боеприпасов, представляют собой механические смеси из окислителей и горючих веществ. При обычных условиях применения они, сгорая, дают соответствующий пиротехнический эффект (зажигательный, осветительный и т. д.). Многие из этих составов обладают также и взрывчатыми свойствами и при определенных условиях могут детонировать.

4. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛДУ

4.1. Средства защиты и порядок допуска персонала к эксплуатации электроустановок

Непосредственно эксплуатация и обслуживание электрооборудования напряжением до 1000 В входят в должностные обязанности оператора. Несмотря на это, все операторы ЛДУ обязаны иметь соответствующие знания по вопросам обеспечения электробезопасности.

Всем операторам при работе на ЛДУ необходимо:

- убедиться в надежном заземлении ЛДУ перед началом его эксплуатации;
- не оставлять без присмотра включенную рентгеновскую технику;
- немедленно отключать всю аппаратуру при нарушении работоспособности ЛДУ и перегорании предохранителей;
- выключать тумблеры электропитания при временном отключении электроэнергии;
- самостоятельно не производить любые виды работ и не устранять различные неисправности на электрооборудовании;
- не производить каких-либо работ на электрооборудовании при включенном питании;
- по окончании работ выключить электрооборудование и привести в порядок рабочее место¹.

При эксплуатации и обслуживании электрооборудования напряжением до 1000 В необходимо пользоваться электрозащитными средствами, которые подразделяются на основные и дополнительные.

Основные электрозащитные средства – это средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок, и поэтому этими средствами можно прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К основным средствам защиты относятся: изолирующие штанги, изолирующие клещи, электроизмерительные клещи, указатели

¹ Применение мобильных инспекционно-досмотровых комплексов / А.И. Борсов; – Нальчик: СКИ(ф) КрУ МВД России, 2017. – 104 с.

напряжения, диэлектрические перчатки и инструмент с изолирующими рукоятками¹.

Дополнительные электрозащитные средства – это средства защиты, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, и их применяют совместно с основными электрозащитными средствами.

К дополнительным средствам защиты относятся: диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие накладки, переносные заземления, ограждающие устройства, плакаты безопасности и знаки безопасности.

ЛДУ должны быть укомплектованы: указателями напряжения, диэлектрическими перчатками, инструментом с диэлектрическими рукоятками, диэлектрическими ковриками, плакатами и знаками безопасности. Данный перечень является минимальным. Ответственный за электробезопасность в зависимости от местных условий имеет право дополнять его и устанавливать необходимое количество средств защиты. Все средства защиты должны проходить периодические электрическую проверку, а также храниться и перевозиться в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к использованию.

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять подготовленный персонал, который подразделяется на: административно-технический, оперативный, ремонтный и оперативно-ремонтный. Операторов МИДК можно отнести к административно-техническому персоналу.

Все работники, принимаемые на работу с электроустановками, должны иметь соответствующую профессиональную подготовку. В противном случае они должны быть обучены в специализированных центрах подготовки.

Электротехнический персонал должен:

- неукоснительно соблюдать требования техники электробезопасности;

- быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях;

¹ ГОСТ 12.1.019–79*2001. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты / Кодекс: [Электронный ресурс]: // Профессиональная справочная система «Кодекс».

- пройти проверку знаний соответствующих нормативно-технических документов в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Всего установлено 5 групп по электробезопасности.

Группа I. Данная группа распространяется на неэлектрический персонал, выполняющий работы, при которых может лишь возникнуть опасность поражения электрическим током. Перечень профессий и рабочих мест, требующих отнесения производственного персонала к группе I, определяет руководитель предприятия. Группа I присваивается путем проведения инструктажа, который, как правило, должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении током. Результаты присвоения группы I соответствующим образом оформляются в журнале установленной формы. Присвоение группы I по электробезопасности проводится работником из числа электротехнического персонала, имеющего группу не ниже III и назначенного распоряжением руководителя организации, не реже одного раза в год.

Группа II. Для получения этой группы персонал должен иметь соответствующий минимальный стаж работы в электроустановках:

- для персонала со средним образованием, – не менее 72 часов обучения;

- для лиц со средним электротехническим и высшим техническим (электротехническим) образованием – минимальный стаж не нормируется.

Требования к персоналу:

1. Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании.

2. Отчетливое представление об опасности электрического тока.

3. Знание основных мер предосторожности при работе в электроустановках.

4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим от действия электрического тока.

Группа III. Для получения этой группы персонал должен иметь следующий минимальный стаж работы в электроустановках:

- для персонала, не имеющего среднего образования, – 3 месяца;

- для лиц со средним техническим или электротехническим и высшим техническим образованием – 2 месяца;

- для лиц с высшим электротехническим образованием – 1 месяц.

Требования к персоналу:

1. Элементарные познания в области электротехники.

2. Знание электроустановки и порядка ее технического обслуживания.

3. Знание общих правил техники безопасности, в том числе правил допуска к работе, и специальных требований, касающихся выполняемой работы.

4. Умение обеспечить безопасное ведение работы и вести надзор за работающими в электроустановках.

5. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи и умение практически оказывать ее пострадавшему.

Группа IV и группа V присваиваются государственным инспекторам, специалистам по охране труда, контролирующим электроустановки, инспекторам по энергетическому надзору, т.е. лицам, имеющим большой стаж работы на электроустановках и занимающим соответствующие контролирующие должности. Операторы МИДК по своим должностным регламентам никак не попадают под данные группы, поэтому информация по этим группам здесь не приводится¹.

Приведенные требования к персоналу в отношении первых трех групп являются минимальными и решением руководителя организации могут быть дополнены.

¹ Сборник нормативных документов. Электроустановки: ПТЭ; ПТБ; средства защиты; допуск в эксплуатацию; переключение; учет электроэнергии. М., 2006.

4.2. Первая помощь пострадавшему от действия электрического тока

Первую помощь пострадавшему от электрического тока необходимо оказывать в следующем порядке:

- освободить пострадавшего от действия электрического тока;
- определить характер и тяжесть электротравмы и мероприятия по спасению пострадавшего;
- оказать первую медицинскую помощь пострадавшему;
- вызвать врача или транспортировать пострадавшего в ближайшее медицинское учреждение.

Освобождение пострадавшего от действия тока осуществляется: отключением части электроустановки, которой касается пострадавший; отделением пострадавшего от токоведущих частей или от земли.

Для отключения электроустановки необходимо: выдернуть вилку из розетки, выключить рубильник, автомат, предохранительные пробки, отбросить оголенный провод и т.п. В момент отключения тока следует предусмотреть страховку пострадавшего от падения, особенно если поражение электрическим током произошло на высоте.

Пока напряжение не снято, прикасаться к пострадавшему нельзя, так как оказывающий помощь сам может оказаться под напряжением. Необходимо пользоваться различными специальными или подручными изолирующими материалами: сухими резиновыми перчатками, сухой ветошью, чтобы оттащить пострадавшего в сторону, или сухой деревянной палкой, чтобы отшвырнуть оголенный провод, и т. д.

При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую в кармане или за спиной, чтобы исключить протекание тока по цепи «рука – рука».

Характер и тяжесть электротравмы определяют по следующим признакам:

- сознание – ясное, отсутствует, нарушено;
- цвет кожных покровов, губ – розовый, синюшный, бледный;
- дыхание – нормальное, отсутствует, нарушено;

- пульс на сонных артериях – определяется хорошо, плохо, отсутствует;

- зрачки – узкие, широкие.

Если пострадавший находится в состоянии клинической смерти, то необходимо немедленно провести ему искусственное дыхание и наружный массаж сердца. Если пострадавший дышит с нарушениями, но у него прощупывается пульс, то ему необходимо провести только искусственное дыхание. Если пострадавший находится без сознания, то необходимо следить, чтобы его язык не запал и не нарушил дыхание. Если пострадавший в сознании, с устойчивым дыханием и пульсом, то его нужно уложить, создать комфортные условия, следить за его поведением и не позволять ему двигаться.

Искусственное дыхание проводят способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос», если рот пострадавшему открыть не удастся.

При проведении искусственного дыхания необходимо:

- уложить пострадавшего на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду;

- расположиться сбоку от пострадавшего, положить ему что-нибудь под шею (например, одежду), ладонью руки надавить на лоб, максимально запрокидывая голову (при этом корень языка поднимается, вход в гортань освобождается, а рот открывается);

- на рот положить платок или другую ткань, сделать глубокий вдох, плотно охватить губами открытый рот пострадавшего, зажать нос пострадавшего пальцами руки, находящейся на лбу; сделать энергичный выдох, с некоторым усилием вдвывая воздух в рот пострадавшего;

- следить за грудной клеткой и появлением у пострадавшего самостоятельного дыхания.

Интервал между искусственными вдохами должен составлять около пяти секунд, т. е. примерно 10-12 раз в минуту.

Наружный массаж сердца оказывают в том же исходном положении (с левой стороны пострадавшего). Приподнявшись, ладонь одной руки положить на нижнюю половину грудины (на два пальца выше от ее нижнего края); ладонь другой руки положить поверх первой и надавить, помогая наклоном всего корпуса; руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах. Надавливания следует производить быстрыми толчками, так,

чтобы смещать грудину на 4-5 см. Продолжительность надавливания не более 0,5 сек., интервал между надавливаниями также примерно 0,5–1,0 сек.

Искусственное дыхание и массаж сердца чередуются: на одно вдувание необходимо делать 5–6 надавливаний. Помощь могут оказывать один или два человека.

После того как восстановится сердечная деятельность и будет хорошо определяться пульс, массаж сердца немедленно прекращают, продолжая искусственное дыхание при слабом дыхании пострадавшего и стараясь, чтобы естественный и искусственный вдохи совпадали.

При восстановлении полноценного самостоятельного дыхания искусственное дыхание также прекращают. Если сердечная деятельность или самостоятельное дыхание еще не восстановились, но реанимационные мероприятия эффективны, то их прекращают только при передаче пострадавшего в руки медицинского работника.

При неэффективности искусственного дыхания и закрытого массажа сердца (кожные покровы синюшно-фиолетовые, зрачки широкие, пульс на артериях во время массажа не определяется), реанимацию прекращают через 30 минут после ее начала.

Следует отметить, что описанные действия по реанимации аналогичны действиям при спасении утопающих¹.

¹ Применение мобильных инспекционно-досмотровых комплексов / А.И. Борсов; – Нальчик: СКИ(ф) КрУ МВД России, 2017. – 104 с.

5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ЛУЧЕВЫМИ ДОСМОТРОВЫМИ УСТАНОВКАМИ

5.1. Общие положения

ЛДУ содержат техногенный источник ионизирующего излучения, представляющий потенциальную радиационную опасность для здоровья персонала и населения.

В качестве источников ионизирующего излучения в ЛДУ используются рентгеновские трубки или ускорители электронов, относящиеся к генерирующим источникам ионизирующего излучения, т. е. не содержащим радиоактивных веществ источникам, в которых ионизирующее излучение генерируется за счет изменения скорости заряженных частиц. Они становятся источниками ионизирующего излучения только после подачи на них питающих напряжений. В обесточенном состоянии ЛДУ не представляют радиационной опасности и их перевозка и хранение могут производиться без каких-либо специальных требований по обеспечению радиационной безопасности.

По характеру использования ЛДУ делятся на стационарные, переносные и мобильные.

Стационарные ЛДУ используются в стационарных условиях и не предназначены для перемещения. Они имеют стационарную радиационную защиту, обеспечивающую радиационную безопасность персонала и населения при работе ЛДУ.

Переносные ЛДУ выполняются в носимом исполнении и могут перемещаться силами одного или двух человек. Они не имеют стационарной радиационной защиты и радиационная безопасность персонала и населения при работе переносной ЛДУ обеспечивается удалением людей на безопасное расстояние от рентгеновского излучателя.

Мобильные ЛДУ монтируются на транспортных средствах и могут перемещаться вместе с ними. Они оснащаются защитными экранами и коллиматорами, обеспечивающими необходимую защиту людей или уменьшение размеров радиационно-опасной зоны. Радиационная защита персонала при работе мобильной ЛДУ может обеспечиваться удалением его за пределы радиационно-

опасной зоны либо использованием специальной радиационной защиты рабочего места оператора. Радиационная защита населения обеспечивается наличием зоны ограничения доступа и отсутствием населения в этой зоне при работе установки.

По конструктивным особенностям и технологии контроля ИДУК разделяются на 2 типа.

К ИДУК первого типа относятся стационарные и мобильные ИДУК с неподвижным источником ионизирующего излучения и движущимся объектом контроля. ИДУК формирует плоский пучок тормозного излучения, которым сканируется объект контроля, принудительно перемещаемый в направлении, перпендикулярном плоскости пучка излучения.

К ИДУК второго типа относятся стационарные и мобильные ИДУК с неподвижным объектом контроля и движущимся источником ионизирующего излучения. ИДУК формирует плоский пучок тормозного излучения, которым сканируется неподвижный объект контроля, при перемещении ИДУК параллельно продольной оси контролируемого объекта.

К использованию в Российской Федерации допускаются только те ЛДУ, в том числе и импортного производства, на которые имеется санитарно-эпидемиологическое заключение на ЛДУ как на продукцию, представляющую потенциальную опасность для человека.

Получение, хранение ЛДУ и проведение работ с ними возможно только при наличии лицензии на осуществление деятельности, связанной с генерирующими источниками ионизирующего излучения, и санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с ЛДУ требованиям санитарных правил.

5.2. Требования к организации по обеспечению радиационной безопасности

Эксплуатирующая ЛДУ организация обеспечивает радиационную безопасность на всех этапах обращения с ЛДУ, а также за их сохранность.

До начала эксплуатации ЛДУ администрация обеспечивает:

- получение лицензии на деятельность в области использования генерирующих источников ионизирующего излучения и санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с ЛДУ требованиям санитарных правил;

- утверждение списка лиц, допущенных к работе с ЛДУ, прохождение ими необходимого обучения и инструктажа и отнесение приказом по организации к персоналу группы А и, при необходимости, группы Б;

- назначение лиц, ответственных за производственный контроль за радиационной безопасностью и за учет и хранение источников ионизирующего излучения;

- разработку и утверждение инструкции по радиационной безопасности при работе с ЛДУ и инструкции по действиям персонала в аварийных ситуациях.

При проведении работ с ЛДУ администрация обеспечивает:

- создание условий работы с ЛДУ, соответствующих требованиям настоящих правил, правил по охране труда, по технике безопасности, других санитарных норм и правил, действие которых распространяется на данную организацию, а также действующих в организации инструкций по радиационной безопасности;

- обучение персонала, проведение инструктажа и проверку знаний по технике безопасности, своевременное прохождение персоналом медицинских осмотров, а также обеспечение безопасных условий труда и соблюдение персоналом всех инструкций и правил, знание которых необходимо при выполнении работ с ЛДУ;

- проведение производственного контроля радиационной обстановки на рабочих местах персонала и вблизи ЛДУ, а также индивидуального дозиметрического контроля персонала группы А;

- ежегодное заполнение и своевременное представление радиационно-гигиенического паспорта организации и форм федерального государственного статистического наблюдения Единой государственной системы контроля и учета доз облучения населения (ЕСКИД).

При прекращении работ с ЛДУ администрация учреждения обеспечивает его передачу в другую организацию с соблюдением требований ОСПОРБ-99, безопасное хранение или утилизацию в установленном порядке, а также информирование органа госу-

дарственной власти (или его территориального подразделения), уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор в данной организации, о выводе ЛДУ из эксплуатации или передаче ее в другую организацию.

К работе с ЛДУ допускаются лица (в том числе и временно привлекаемые) не моложе 18 лет, отнесенные к персоналу группы А приказом по организации, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие медицинских противопоказаний к работе с источниками ионизирующего излучения, прошедшие специальное обучение и имеющие соответствующую квалификацию. До начала работ они должны пройти инструктаж и проверку знаний правил безопасности при работе с генерирующими источниками ионизирующего излучения, а также ознакомиться с настоящими правилами, действующими в учреждении инструкциями и технической документацией на ЛДУ. Проверка знаний правил безопасности работы в организации проводится комиссией до начала работ и периодически, не реже одного раза в год.

Беременные женщины должны освободиться от работы с ЛДУ на период беременности и на период грудного вскармливания.

К работам по монтажу и ремонту ЛДУ допускаются лица, прошедшие специальное обучение по данному виду работ.

Требования к проектированию, изготовлению и поставке ЛДУ. Проектирование, конструирование и изготовление ЛДУ могут проводить организации, получившие в установленном порядке соответствующую лицензию на осуществление указанных видов деятельности в области использования генерирующих источников ионизирующего излучения.

Техническая документация на выпуск или модернизацию ЛДУ должна соответствовать требованиям НРБ-99, ОСПОРБ-99 и настоящих санитарных правил. Технические условия на ЛДУ должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение.

Техническая документация на ЛДУ должна включать:

- основные технические характеристики ЛДУ,
- уровни излучения в местах возможного пребывания людей,
- ссылки на нормативные документы, регламентирующие обращение с ЛДУ,
- гигиенические нормативы, которые регламентируют требования к ЛДУ и обращению с ними,

- значения нормируемых характеристик ЛДУ,
- требования по обеспечению безопасности персонала и населения при обращении с ЛДУ в процессе хранения, транспортировки, реализации, эксплуатации и вывода из эксплуатации.

Расчет радиационной защиты ЛДУ и радиационный контроль следует проводить для условий работы, соответствующих максимальным уровням излучения в контролируемых точках. При расчете радиационной защиты должен использоваться коэффициент запаса, равный 2.

Техническая документация на РУДБТ 3 группы должна содержать информацию о размерах радиационно-опасной зоны, зоны А и зоны Б. В проектной документации должно быть приведено обоснование конфигурации и размеров этих зон.

Техническая документация на ЛДУ может содержать типовой проект размещения установки данного типа, на который оформлено санитарно-эпидемиологическое заключение Федерального органа исполнительной власти, уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор на территории Российской Федерации.

Поставка ЛДУ организациям и передача их в другие организации производится по заказ-заявкам в соответствии с п. п. 3.5.1 - 3.5.5 ОСПОРБ-99.

На внешней поверхности РУДБТ, а также на внешней поверхности радиационной защиты ускорителя ИДУК должны быть нанесены знаки радиационной опасности.

Конструкция ЛДУ должна обеспечивать защиту персонала и населения от воздействия ионизирующего излучения при работе установки. Включение установки должно сопровождаться звуковой или/и световой сигнализацией о ее состоянии (включена, генерируется излучение, выключена). Устройство пульта управления ЛДУ должно гарантировать невозможность ее несанкционированного включения посторонними лицами.

Конструкция РУДБТ должна обеспечивать выполнение следующих требований:

Для РУДБТ 2-го типа должны быть предусмотрены блокировки, исключающие возможность подачи анодного напряжения на рентгеновскую трубку при открытой досмотровой камере. Для РУДБТ 1-го и 2-го типов должны быть предусмотрены блокиров-

ки, исключающие возможность подачи анодного напряжения при снятых или неправильно установленных съемных защитных блоках (при их наличии). Конструкция блокировок должна исключать возможность их отключения без нарушения пломб изготовителя.

При неисправности блокировок возможность включения установки должна быть исключена. Информация о неисправности систем блокировки и сигнализации должна поступать на пульт управления.

В РУДБТ 1-го и 2-го типов защита от рентгеновского излучения должна конструктивно входить в состав установки и при всех возможных условиях ее эксплуатации обеспечивать ослабление мощности дозы рентгеновского излучения в любой доступной точке в 10 см от внешней поверхности установки до уровня не более 2,5 мкЗв/час.

Вход и выход из досмотровой камеры РУБДТ 1-го типа при генерации рентгеновского излучения должны перекрываться эластичными защитными шторками или дверцами, ослабляющими рассеянное излучение до допустимой величины. Генерация рентгеновского излучения должна производиться только в период прохождения контролируемым объектом зоны контроля. При остановке движения транспортера, перемещающего объект контроля, генерация излучения должна прекращаться.

В РУДБТ 2-го типа подача объекта контроля в досмотровую камеру и его извлечение должны производиться через специальную защитную дверцу. Она должна иметь блокировку, исключающую возможность генерации рентгеновского излучения при не полностью закрытой дверце.

РУДБТ 3-го типа должна иметь пульт дистанционного управления, обеспечивающий возможность включения и выключение рентгеновского излучателя оператором, находящимся вне радиационно-опасной зоны.

Конструкция ИДУК должна обеспечивать выполнение следующих требований:

Мобильные ИДУК должны иметь специальные кабины для водителя и оператора, обеспечивающие радиационную безопасность находящегося в них персонала при работе ИДУК.

Ускоритель электронов стационарного ИДУК должен размещаться в отдельном помещении (досмотровом зале), обеспечи-

вающем при любых допустимых режимах эксплуатации ИДУК ослабление уровней ионизирующего излучения в смежных помещениях и на территории до допустимых значений.

Пульт управления стационарным ИДУК должен размещаться в отдельном от досмотрового зала помещении, обеспечивающем радиационную безопасность персонала при работе ИДУК. Входная дверь в досмотровый зал должна блокироваться с системой включения ускорителя так, чтобы исключить возможность случайного облучения персонала.

Помещения (кабины), в которых размещены рабочие места персонала, должны быть оснащены системами непрерывного контроля радиационной обстановки при работе ИДУК.

ИДУК должны оснащаться системой видеонаблюдения за зоной ограничения доступа для мобильных ИДУК и залом досмотра для стационарных ИДУК.

ИДУК должен иметь световую и звуковую сигнализацию о работе ускорителя.

В ИДУК должны быть предусмотрены блокировки, исключающие возможность включения ускорителя или прекращающие генерацию излучения:

- при остановке процесса сканирования контролируемого объекта;
- при незакрытых дверях или защитных воротах в зал досмотра (для стационарных ИДУК);
- при превышении контрольных уровней излучения на рабочих местах персонала;
- при пересечении каким-либо объектом границы зоны ограничения доступа (для мобильных ИДУК).

ИДУК должны иметь световую сигнализацию (светофор), разрешающую или запрещающую въезд контролируемого объекта в зону контроля.

В зоне контроля ИДУК должны быть предусмотрены средства (кнопки, растяжки и др.) для выключения генерации излучения в аварийных ситуациях.

Мобильные ИДУК 1-го типа, в которых перемещение контролируемого транспортного средства при проведении контроля осуществляется его водителем, должны быть оснащены техническими средствами, исключающими возможность генерации излу-

чения при нахождении кабины автомобиля в зоне контроля и обеспечивающими сканирование пучком излучения только грузового отсека автомобиля. Доза облучения водителя за счет проведения контроля управляемого им автомобиля не должна превышать 1,0 мкЗв.

Все стационарные ЛДУ размещаются в соответствии с проектом, разработанным проектной организацией, имеющей действующую лицензию на проведение соответствующего вида работ, при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии проекта размещения ЛДУ требованиям санитарных правил.

Для мобильных и переносных ЛДУ проект размещения не требуется. Если схема размещения мобильного ИДУК не соответствует схеме размещения, предусмотренной его технической документацией, на нее необходимо получить санитарно-эпидемиологическое заключение органа государственной власти (или его территориального подразделения), уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор в данной организации. При этом должно быть обосновано соблюдение условий радиационной безопасности при предлагаемой схеме размещения мобильного ИДУК.

Стационарные РУДБТ 1-го и 2-го типа могут размещаться в производственных помещениях. Пол в местах размещения РУДБТ должен быть покрыт электроизолирующим материалом (дерево, линолеум и т.д.). Рабочие места персонала РУДБТ 1-го и 2-го типа размещаются в том же помещении, что и РУДБТ. Специального помещения для размещения персонала в этом случае не требуется.

При наличии в организации РУДБТ 3-го типа должно быть предусмотрено специальное помещение для хранения этих установок и запасных частей к ним, обеспечивающее сохранность РУДБТ и исключающее возможность их несанкционированного использования.

Персонал, проводящий работы с использованием РУДБТ 3-го типа, при работе установки должен находиться за пределами радиационно-опасной зоны или в специально оборудованных местах, обеспечивающих радиационную безопасность персонала при работе установки.

При проведении работ с РУДБТ 3-го типа в специальных производственных помещениях должен быть исключен доступ посторонних лиц в эти помещения при работе установки. При этом в смежных по вертикали и горизонтали помещениях (на территории) максимальная доза рентгеновского излучения за час работы установки не должна превышать:

- 12 мкЗв для помещений постоянного пребывания персонала группы А,
- 24 мкЗв для помещений временного пребывания персонала группы А,
- 2,5 мкЗв для помещений постоянного пребывания персонала группы Б,
- 0,12 мкЗв в любых других помещениях и территории.

При проведении работ с использованием РУДБТ 3-го типа вне специальных помещений должны быть выполнены следующие требования:

- должна быть определена и маркирована (или ограждена) граница радиационно-опасной зоны так, чтобы она была ясно видимой с расстояния не менее 3 м;
- должно быть исключено нахождение людей в радиационно-опасной зоне при работе установки;
- должна быть определена граница зоны А и обеспечено отсутствие внутри этой зоны персонала группы Б и лиц из населения при работе установки;
- должна быть определена граница зоны Б и обеспечено отсутствие внутри этой зоны лиц из населения при работе установки;
- работы должны выполняться бригадой не менее чем из двух человек, один из которых должен постоянно находиться у пульта управления, а второй наблюдать за отсутствием людей в вышеперечисленных зонах.

Хранение мобильных ИДУК должно осуществляться в специальных боксах, обеспечивающих их сохранность и исключаящих возможность несанкционированного использования ИДУК.

При досмотре транспортных средств с использованием мобильных ИДУК они размещаются на специальной площадке, и вокруг них создается зона ограничения доступа. Внешний периметр этой зоны обеспечивается техническими средствами ограничения доступа людей при работе ИДУК (ограждение) или

средствами прекращения генерации излучения при входе людей в эту зону.

Стационарный ИДУК должен размещаться в досмотровом зале, обеспечивающем радиационную защиту персонала и населения.

Досмотровый зал должен иметь защитные ворота для въезда и выезда объектов контроля, оборудованные световой сигнализацией о разрешении на въезд объекта контроля, и блокировками, исключающими возможность включения генерации тормозного излучения при незакрытых воротах. Для входа персонала в досмотровый зал должна быть предусмотрена дверь, обеспечивающая радиационную безопасность в смежных помещениях при работе ИДУК. Она должна иметь блокировки, обеспечивающие:

- невозможность включения генерации излучения при открытой двери;

- невозможность открытия двери для входа в досмотровый зал при генерации излучения (при этом дверь должна беспрепятственно открываться для выхода из досмотрового зала с прекращением генерации излучения).

Внутри досмотрового зала должны быть предусмотрены средства для выключения генерации тормозного излучения в случае случайного попадания туда людей, а также система видеонаблюдения за досмотровым залом при проведении досмотра.

Персонал стационарного ИДУК должен размещаться в специальных помещениях, обеспечивающих радиационную безопасность персонала.

Границы зоны ограничения доступа для мобильных ИДУК 1-го типа должны устанавливаться так, чтобы при любом допустимом режиме работы комплекса мощность дозы тормозного излучения ускорителя на внешней границе зоны ограничения доступа не превышала 1,0 мкЗв/ч.

Конструкция досмотрового зала для стационарных ИДУК 1-го типа должна обеспечивать значение мощности дозы тормозного излучения ускорителя в 10 см от внешней поверхности стен и защитных ворот досмотрового зала не более 1,0 мкЗв/ч.

Границы зоны ограничения доступа для мобильных ИДУК 2-го типа должны устанавливаться так, чтобы при любом допустимом режиме работы комплекса максимальная доза тормозного

излучения за час работы ИДУК в любой точке на границе зоны ограничения доступа не превышала 1,0 мкЗв.

Конструкция досмотрового зала для стационарных ИДУК 2-го типа должна обеспечивать значения максимальной дозы тормозного излучения за час работы ИДУК в любой точке в 10 см от внешней поверхности стен и защитных ворот досмотрового зала не более 1 мкЗв.

На дверях каждого помещения (кабины), в котором запрещается присутствие при работе установки людей или лиц, не отнесенных к персоналу группы А, должно быть указано назначение помещения и нанесен знак радиационной опасности.

Работа со стационарными ЛДУ разрешается только в помещениях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении.

Безопасность эксплуатации ЛДУ обеспечивается:

- выполнением установленных требований безопасности при работе на установках;
- наличием блокировок и сигнализации, предупреждающей об опасности облучения;
- проведением радиационного контроля.

Выдача мобильных и переносных ЛДУ из мест хранения для проведения работ производится ответственным лицом по письменному разрешению руководителя организации или уполномоченного им лица.

При планировании проведения работ с переносными или мобильными ЛДУ вне организации, на которую распространяется действие санитарно-эпидемиологического заключения на вид деятельности, следует предварительно поставить в известность (в письменной форме) орган государственной власти (или его территориальное подразделение), уполномоченный осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор в месте планируемого проведения работ. Оформление нового санитарно-эпидемиологического заключения по месту планируемого проведения работ не требуется.

С периодичностью, определяемой технической документацией на ЛДУ, должен проводиться внешний осмотр установки, должны проверяться электроизмерительные приборы, состояние заземления, изоляции, работоспособность систем блокировки и сигнализации.

Обо всех нарушениях в работе ЛДУ, о неисправности защитных и блокирующих устройств обслуживающий персонал обязан делать отметку в журнале и немедленно докладывать ответственным лицам.

Для снижения доз облучения персонала и населения при проведении работ с использованием РУДБТ 3-го типа вне специальных помещений рекомендуется:

- устанавливать за досматриваемым объектом защитный экран, перекрывающий пучок излучения;
- пучок излучения направлять в сторону от рабочих мест и мест возможного нахождения людей, выбирая направление, где наименее вероятно появление людей или имеется хорошая защита, например кирпичная стена.

5.3. Обеспечение радиационной безопасности населения

Для обеспечения радиационной безопасности населения при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения населения от всех ИИИ (принцип нормирования);
- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);
- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).

Предельная эффективная доза облучения для населения составляет 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год¹.

Радиационная безопасность населения достигается путем ограничения воздействия на них от всех перечисленных источни-

¹ Федеральный закон Российской Федерации от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» // СПС Консультант плюс.

ков облучения. В отношении всех источников облучения населения следует принимать меры как по снижению дозы облучения у отдельных лиц, так и по уменьшению числа лиц, подвергающихся облучению, в соответствии с принципом оптимизации.

Аналогично обеспечению радиационной безопасности лиц группы А конструкция МИДК должна обеспечивать и защиту населения от воздействия ионизирующего излучения при его работе. Включение линейного ускорителя также должно сопровождаться звуковой и/или световой сигнализацией о его состоянии.

Обеспечение безопасности населения возложено на руководство пункта и оператора организации движения. Заключается оно, в основном, в осуществлении контроля за отсутствием людей, живых животных в транспортном средстве и в зоне ограничения доступа во время процесса сканирования.

Однако для более качественного обеспечения безопасности людей этого мало. Поэтому при эксплуатации МИДК предусмотрена возможность контроля попадания посторонних лиц в зону ограничения доступа с автоматическим прекращением сканирования и отключением линейного ускорителя с помощью четырех инфракрасных датчиков, образующих зону ограничения доступа. Кроме того, население должно быть информировано о наличии в пункте пропуска зоны контроля товаров и транспортных средств с применением МИДК и о потенциальных опасностях в этой зоне информационными табло (плакатами). Радиационная безопасность населения достигается путем ограничения воздействия от следующих источников: техногенных источников, в случае их нормальной эксплуатации; техногенных источников в результате радиационной аварии, природных и медицинских источников¹.

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 г. № 47 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09» (вместе с «НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы») // СПС Консультант плюс.

5.4. Радиационный контроль

Радиационный производственный контроль в КПП должен обеспечивать получение необходимой информации об индивидуальных дозах облучения персонала, а также о радиационной обстановке на рабочих местах членов рабочей смены и по периметру зоны ограничения доступа.

В контрольно-пропускных пунктах ответственность за организацию индивидуального дозиметрического и периодического контроля за радиационной безопасностью осуществляется лицом, назначенным приказом начальника органа, а непосредственным исполнителем мероприятий по обеспечению радиационного контроля является оператор организации движения транспортных средств в рабочей зоне МИДК.

Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А должен проводиться с использованием индивидуальных дозиметров постоянно, с ежеквартальной регистрацией результатов в карточках учета индивидуальных доз внешнего облучения, копии которых должны храниться в течение 50 лет после увольнения должностного лица. В случае перевода должностного лица в другое учреждение его карточка учета индивидуальных доз должна передаваться на новое место работы.

Периодически радиационный контроль проводится на рабочих местах операторов МИДК и на границе зоны ограничения доступа. Он должен включать:

- контроль мощности дозы тормозного излучения на рабочих местах персонала (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

- контроль мощности дозы на границе зоны ограничения доступа (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

- контроль мощности дозы в зоне пучка излучения МИДК (за линейкой детекторов) на границе зоны ограничения доступа (ежедневно перед началом работы).

Для проведения радиационного контроля на МИДК должны использоваться дозиметры рентгеновского излучения, имеющие действующее свидетельство о метрологической поверке и удовлетворяющие следующим техническим требованиям:

- нижняя граница энергетического диапазона не более 50 кэВ;
- верхняя граница энергетического диапазона не менее 10 МэВ;
- возможность измерения импульсного фотонного излучения с длительностью импульса более 1,0 мкс;
- наличие режимов измерения мощности дозы и дозы;
- нижняя граница диапазона измерения мощности дозы импульсного фотонного излучения не более 0,2 мкЗв/ч;
- нижняя граница диапазона измерения дозы импульсного фотонного излучения не более 0,01 мкЗв.

Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А должен осуществляться с использованием индивидуальных дозиметров, позволяющих измерять дозу импульсного фотонного излучения в энергетическом диапазоне от 50 кэВ до 10 МэВ¹.

Лицо, проводившее радиационный контроль, заносит результаты измерений в журнал дозиметрического контроля и оформляет их в виде протокола, составляемого в трех экземплярах с указанием (на обороте протокола измерений или в специальном приложении к нему) расположения точек измерения. Один экземпляр протокола направляется в подразделение, где проводились измерения, второй – в отдел охраны труда, третий остается в службе радиационной безопасности (у лица, ответственного за радиационный контроль).

Принцип работы *термолюминесцентного дозиметра (ДТЛ)* (рис. 5.1) основан на использовании активированных добавками материалов (люминофоров), надолго запасующих энергию, переданную им ионизирующим излучением, и освобождающих ее в виде фотонов термолюминесценции (свечения) при их нагревании.

Данные термолюминесцентные дозиметры предназначены для измерения индивидуальной эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения и имеют следующие технические характеристики: диапазон измерения – 20,0 мкЗв ÷ 10 Зв; диапазон энергий – 0,015 ÷ 3,0 МэВ; число циклов использования – не менее 500.

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 16.06.2008 г. № 37 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2369-08» (вместе с «СанПиН 2.6.1.2369-08. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы») // СПС Консультант плюс.

Этот тип дозиметра используется для индивидуального дозиметрического контроля членов рабочей смены МИДК.

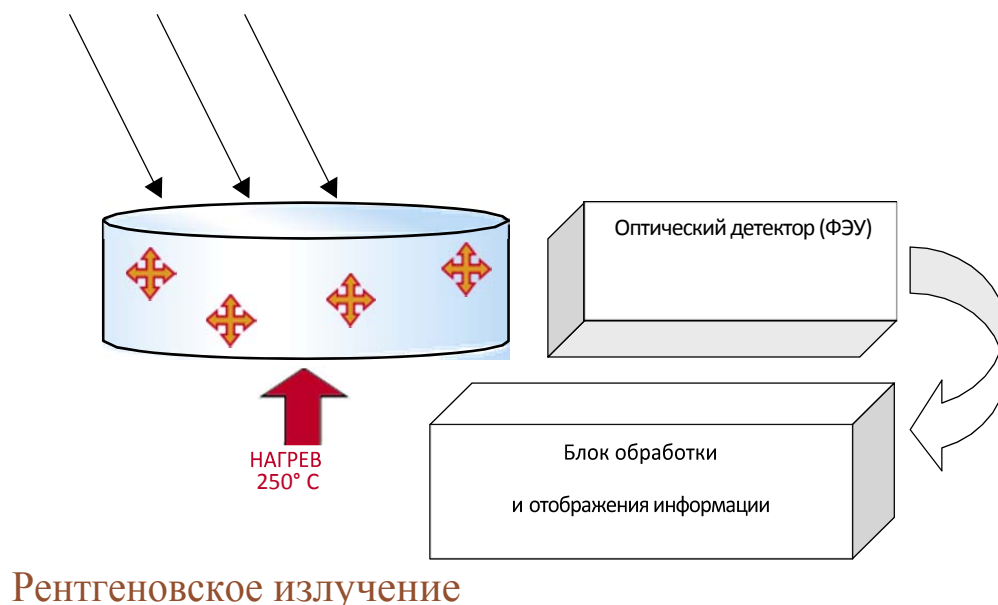


Рис. 5.1. Внешний вид индивидуального дозиметра ДТЛ

В качестве люминофоров могут использоваться монокристаллы таких материалов, как Al_2O_3 , LiF , $Li_2B_4O_7$, MgB_4 , $CaSO_4$, CaF_2 , активированные магнием, фосфором, медью, титаном и др.

Дозиметры закрепляются за каждым членом рабочей смены МИДК и фиксируются на одежде операторов при каждом заступлении ими на смену. Энергия ионизирующего излучения в течение длительного времени накапливается в материале люминофора. Периодически (один раз в квартал для мужчин и один раз в месяц для женщин) дозиметры подвергаются контрольной проверке – считыванию информации.

Схема, поясняющая принцип считывания информации, изображена на рис. 5.2.



Рентгеновское излучение

Рис. 5.2. Принцип считывания информации с дозиметра ДТЛ

Каждый дозиметр включает в себя по четыре накапливающих энергию активных элемента. При считывании элемент, который накопил энергию рентгеновского излучения, помещают в специальное устройство, где он нагревается до температуры + 250 °С. Именно при такой температуре люминофор (активный элемент) начинает светиться (явление термолюминесценции), причем интенсивность свечения прямо пропорциональна количеству накопленной им энергии рентгеновского излучения.

Основу оптического детектора составляет высокочувствительный фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), который преобразует световой сигнал в пропорциональный ему электрический сигнал. Этот сигнал поступает в блок обработки и отображения информации, где преобразуется в цифровой код и отображается на соответствующем индикаторе уже в виде дозы рентгеновского излучения, измеренной в Зивертах.

После этого полученная информация записывается в соответствующие журналы, а активные элементы дозиметров «обнуляются», в результате чего они вновь готовы к работе (до 500 циклов).

Дозиметр рентгеновского и гамма-излучений ДКС – АТ 1121 (1123) (рис. 5.3).

Он используется в органах для периодического контроля радиационной обстановки на рабочих местах операторов и на границе зоны ограничения доступа мобильных ИДК, его внешний вид приведен на рис. 5.3.



Рис. 5.3. Внешний вид индивидуального дозиметра ДТЛ

В качестве чувствительного элемента в нем используется сцинтилляционная пластмасса с добавками тяжелых металлов, в которой под воздействием рентгеновского или гамма-излучения возникают микровспышки света (сцинтилляция). Микровспышки вызывают эмиссию электронов с фотокатода оптико-электронного усилителя (фотоэлектронного умножителя), движущихся к аноду ФЭУ. Ток усилителя, пропорциональный количеству фотонов (квантов) ионизирующего излучения, преобразуется в цифровой код, высвечивающийся на жидкокристаллическом индикаторе. Кроме того, дозиметр имеет аналоговую шкалу, а также звуковую и визуальную сигнализацию при превышении верхнего предела измерения дозы или мощности дозы.

Дозиметры имеют пульт дистанционного управления, что позволяет работать на расстоянии до 25 м от самого дозиметра с индикацией результатов на табло пульта. Дозиметр может использоваться в лабораторных и полевых условиях.

Дозиметры обеспечивают работу в режиме «Записная книжка»: запись 99 результатов измерений с последующим хранением информации в течение не менее 24 часов.

Перед применением дозиметры калибруют. Калибровкой достигается соответствие мощности или дозы излучения показаниям прибора.

Дозиметры измеряют:

- мощность дозы излучения в диапазоне от 0,05 мкЗв/ч до 10 Зв/ч;
- дозу излучения в диапазоне от 0,05 мкЗв до 10 Зв;
- среднюю мощность дозы импульсного излучения (длительностью не менее 30 мс для дозиметра ДКС-АТ 1121, для дозиметра ДКС-АТ 1123 – не менее 10 мс) в диапазоне от 1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч.

К техническим характеристикам дозиметра относятся:

- диапазон регистрируемых энергий от 15 кэВ до 10 МэВ;
- погрешность измерения непрерывного излучения $\pm 15\%$ (импульсного излучения $\pm 30\%$);
- время непрерывной автономной работы от аккумуляторов напряжением 12 В не менее 12 часов;
- время зарядки аккумуляторов 3 часа.

Единицы измерения в дозиметрии. Для характеристики взаимодействия ионизирующего излучения со средой (человеком, физическим прибором, веществом и др.) применяются следующие величины:

- поглощенная доза и мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения;
- экспозиционная доза и мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения;
- эквивалентная доза и мощность эквивалентной дозы ионизирующего излучения.

Поглощенная доза и мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения

Очевидно, что любой эффект, возникающий в облученном веществе, обусловлен не всей падающей на него энергией, а только поглощенной этим веществом энергией излучения. Основной оценкой этой энергии является поглощенная доза излучения.

Чем меньше интенсивность ИИИ, время облучения и площадь воздействия, тем меньше получаемая доза облучения. С увеличением расстояния от источника получаемая доза уменьшается в R² раз. Защитные экраны поглощают и рассеивают излучение, т.е. заметно уменьшают поглощенную человеком дозу излучения.

В международной системе единиц СИ поглощенная доза измеряется в Грехах (Гр). Для измерения поглощенной дозы часто используют внесистемную единицу (рад). Ее название произошло от первых букв слов английского термина Radiation Absorbed Dose. Соотношение между этими единицами следующее: 1 Гр = 100 рад.

Степень воздействия излучения зависит не только от дозы, но и от времени, за которое эта доза была получена. Поэтому важной оценкой является и мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения, которая определяется как отношение поглощенной дозы за какой-то интервал времени к этому интервалу времени:

$$M_{п} = \Delta D / \Delta T.$$

Другими словами, мощность поглощенной дозы – это скорость накопления дозы.

В системе СИ мощность поглощенной дозы измеряется в Гр/с. Часто используются внесистемные единицы: рад/с, Гр/час, рад/час и т.п.

Экспозиционная доза и мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения

Поглощенную дозу и мощность поглощенной дозы излучения очень сложно измерить. Поэтому вводят вспомогательные величины для косвенного измерения поглощенной дозы и ее мощности. Для этого измеряют действие излучения на некоторое стандартное вещество с последующим пересчетом действия излучения на любое другое вещество (пусть даже с небольшой погрешностью). В качестве стандартного (эталонного) вещества часто берут воздух.

В связи с этим широкое распространение получили две вспомогательные дозиметрические величины: экспозиционная доза излучения и мощность экспозиционной дозы излучения.

Иными словами, экспозиционная доза излучения – это некоторая условная доза, выражающая с определенной точностью поглощенную дозу излучения.

Экспозиционная доза измеряется в Рентгенах (Р). Измерять экспозиционную дозу намного проще, чем поглощенную дозу.

Соотношения между единицами измерения: 1 Р = 0,877 рад (для воздуха);

1 Р = 0,96 рад (для биологической ткани).

Как видим, отличие этих единиц всего в несколько процентов, что для практических целей вполне допустимо.

Аналогично определяется мощность экспозиционной дозы излучения, которая измеряется в Р/с, Р/час, мкР/час, мР/час и т.п.

Эквивалентная доза и мощность эквивалентной дозы ионизирующего излучения

Ионизирующим излучением могут быть рентгеновские и гамма-лучи. Ионизирующее излучение также могут вызывать альфа- и бета-частицы, нейтроны, протоны, тяжелые ядра, появляющиеся при ядерных реакциях. Для оценки биологического действия любого излучения и вводится понятие эквивалентной дозы.

Эквивалентная доза определяется как произведение поглощенной дозы на коэффициент, характеризующий конкретный вид ионизирующего излучения. Например, рентгеновские и гамма-лучи имеют коэффициент $K = 1$, нейтроны – $K = 5-20$ (в зависимости от энергии), излучение от альфа- и бета-частиц – $K = 20$ и др.

В системе единиц СИ эквивалентная доза измеряется в Зивертах (Зв). Часто используется внесистемная единица бэр (бэр) (от первых букв термина «биологический эквивалент рада»). Соотношение между единицами: 1 Зв = 100 бэр. Мощность эквивалентной дозы измеряется в Зв/с, бэр/с, мкЗв/час, мбэр/час и т. п.

Опыты показали, что эквивалентную дозу с точностью 4% можно считать равной поглощенной дозе. Поэтому эквивалентную дозу можно измерять не Зивертами, а более привычными Рентгенами.

5.5. Радиационная авария

Радиационная авария относится к техногенной чрезвычайной ситуации. Предпосылками радиационной аварии могут быть: пожар в отсеке ускорителя МИДК, столкновение МИДК с другим транспортным средством, стихийные бедствия, действия террористов, кража рентгенооборудования и другие обстоятельства.

Радиационная авария – это потеря управления над ИИИ, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями обслуживающего персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или уже привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

Кроме термина «радиационная авария» на практике также используются выражения «радиационный инцидент» и «радиационная ситуация».

Радиационный инцидент (происшествие) – это событие, при котором происходит утечка радиоактивных продуктов за защитные барьеры и/или облучение людей в дозах, превышающих установленные пределы.

Радиационная ситуация (аномалия) – это состояние установки, характеризующееся нарушением пределов и/или условий ее безопасной эксплуатации, но не перешедшее в аварию.

Для предупреждения радиационных аварий необходимо выполнять следующие требования:

- при работе с рентгеновской техникой неукоснительно соблюдать меры обеспечения радиационной безопасности;

- обеспечивать условия эксплуатации МИДК (вибрация, температура окружающей среды, запыленность, относительная влажность воздуха и др.), соответствующие технической документации;

- поддерживать в исправном состоянии системы блокировок, полностью исключая возможность подачи высокого напряжения на линейный ускоритель и несанкционированного включения рентгеновского оборудования посторонними лицами.

При обоснованном предположении о возникновении радиационной аварии члены рабочей смены должны:

- немедленно остановить работу МИДК нажатием кнопки аварийной остановки;

- вывести посторонних людей из предполагаемой зоны радиационной аварии и обозначить эту зону знаками радиационной опасности, отчетливо видимыми с расстояния не менее 3 м;

- исключить доступ посторонних людей в данную зону как минимум в пределах 100-200 м;

- поставить в известность руководство органа, службу радиационной безопасности или лицо, ответственное за радиационную безопасность.

При возникновении радиационной аварии члены рабочей смены должны:

- немедленно остановить работу МИДК нажатием кнопки аварийной остановки;

- вывести посторонних людей из радиационно-опасной зоны и обозначить эту зону знаками радиационной опасности, отчетливо видимыми с расстояния не менее 3 м. Зона считается радиационно-опасной, если в ее пределах мощность эквивалентной дозы облучения составляет не менее 1 мкЗв/ч;

- исключить доступ посторонних людей в данную зону как минимум в пределах 100-200 м;

- вести борьбу с огнем и другими возможными последствиями аварии;

- поставить в известность руководство КПП, службу радиационной безопасности или лицо, ответственное за радиационную безопасность. Если была создана угроза облучения людей или оно уже произошло, об этом извещаются также органы Роспотребнадзора;

- записать фамилии и адреса лиц, находившихся в зоне аварии или в непосредственной близости от нее с целью дальнейшего возможного их вызова для дозиметрического контроля;

- действовать согласно Плану противоаварийных мероприятий.

План противоаварийных мероприятий включает в себя:

- порядок оповещения организаций, соответствующих должностных лиц и населения при радиационной аварии;

- порядок оказания первой медицинской и противорадиационной помощи;

- обязанности организаций и лиц, участвующих в реализации противоаварийных мероприятий;
- защитные меры в отношении работников органов внутренних дел и населения.

Дальнейшие действия операторов МИДК по устранению возникшей аварийной ситуации осуществляются совместно с представителями соответствующих компетентных органов и по их распоряжениям.

При ликвидации радиационной аварии облучение членов рабочей смены должно быть сведено к минимуму путем минимизации времени их нахождения в поле радиации, а также нахождением (по возможности) операторов на максимальном расстоянии от радиоактивного источника излучения.

Предельно допустимые дозы облучения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Нормируемая	Пределы доз		
	Персонал группы А	Персонал группы Б	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год (в среднем за любые последовательные 5 лет), но не более 50 мЗв в год	5 мЗв в год (в среднем за любые последовательные 5 лет), но не более 12 мЗв в год	1 мЗв в год (в среднем за любые последовательные 5 лет), но не более 5 мЗв в год

При радиационной аварии или обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, как правило, к окружающей среде и/или к человеку. Эти мероприятия могут приводить к нарушению нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории. При планировании защитных мероприятий необходимо обеспечивать максимально возможное превышение пользы от снижения дозы облучения над ущербом, связанным с проведением этих мероприятий.

Конструкция, режим работы, наличие средств контроля и автоматического отключения линейного ускорителя МИДК обеспечивают условие не превышения годового предела дозы, который определяется следующим образом: $1 \text{ мкЗв/час} \times 8 \text{ час/день} \times 250 \text{ раб. дней/год} = 2000 \text{ мкЗв/год} = 2,0 \text{ мЗв/год}$.

Тем не менее, если предполагаемая доза излучения за короткий срок (2 суток) достигает уровней, при превышении которых возможны детерминированные эффекты (табл. 5.2), необходимо срочно применять соответствующие меры (приостановление работ, направление персонала на медицинское обследование, анализ неисправностей, реализация мероприятий по восстановлению здоровья персонала и предотвращению радиационной аварии в дальнейшем).

Уровни вмешательства для временного отселения населения составляют: для начала временного отселения – 30 мЗв в месяц, для окончания временного отселения – 10 мЗв в месяц. Если прогнозируется, что накопленная за один месяц доза будет находиться выше указанных уровней в течение года, следует решать вопрос об отселении населения на постоянное место жительства в другие места.

6. ДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИЦИИ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ОПАСНЫХ ПРЕДМЕТОВ И ВЕЩЕСТВ

При обнаружении во время осмотра подозрительного предмета в целях обеспечения безопасности персонала и сведения к минимуму нарушений нормальной работы необходимо выполнить четыре стандартные процедуры. Если сотрудники, пройдя соответствующую подготовку, выполняют эти четыре процедуры и соблюдают местные планы на случай непредвиденных обстоятельств, то, как правило, возникший инцидент удастся успешно разрешить, сведя к минимуму количество жертв. Процедуры приводятся в том порядке, в котором они должны выполняться:

- а) получить подтверждение;
- б) очистить пространство;
- в) выставить кордон;
- г) установить контроль.

Убедиться в том, что найденный предмет действительно следует заявить в качестве предполагаемого взрывного устройства.

Проверить, имеются ли на нем ярлыки или бирки, возможно, содержащие информацию о его владельце.

Не пытаться перемещать предмет для удобства его осмотра, поскольку он может быть оснащен устройством, срабатывающим при перемещении предмета.

Убедиться в том, что подозрительный предмет не является оставленной без присмотра личной собственностью кого-нибудь из находящихся поблизости людей, например, багажом одного из посетителей.

Это необходимо сделать достаточно быстро, поскольку устройство может быть снабжено часовым механизмом или дистанционным управлением.

Отметить точное местонахождение предмета. Кратко описать, как он выглядит, и пометить, при необходимости, его положение с помощью бросающегося в глаза предмета, с тем чтобы по прибытии сотрудников полиции или специалистов по ОБ они смогли идентифицировать данный предмет.

Определить, имеются ли основания для нахождения подозрительного устройства в данном месте, и оценить, насколько это вероятно. Задать следующие вопросы:

а) может ли установленное в данном месте подозрительное устройство в случае взрыва привести к гибели персонала и нанести серьезный материальный ущерб;

б) является ли выбранная цель дорогостоящим, жизненно важным, привлекательным объектом для вероятного нападения или угрозы нападения.

Убедившись в том, что подозрительный предмет может представлять собой взрывное устройство, приступить к выполнению трех последующих процедур и предпринять необходимые действия, указанные в местных планах на случай непредвиденных обстоятельств.

При наличии сомнений обращаться с предметом как с предполагаемым взрывным устройством.

Эвакуировать всех людей, включая членов поисковых групп, из зоны вокруг подозрительного устройства. Минимальный радиус такой зоны должен составлять 100 м, однако при этом следует учитывать реальную обстановку, т. е. наличие больших застекленных площадей, легковоспламеняющихся или ВВ в непосредственной близости от устройства, а также инструкции, содержащиеся в местном плане на случай непредвиденных обстоятельств, которые могут потребовать увеличения этого радиуса.

Одновременно убедиться в том, что находящийся на дежурстве персонал – сотрудник службы безопасности аэропорта или дежурный по аэропорту – уведомлены о наличии подозрительного устройства, как это предусмотрено местным планом на случай непредвиденных обстоятельств.

Выставить кордон, чтобы никто не мог проникнуть в установленную зону. Площадь кордона будет зависеть от места инцидента, размеров предполагаемого устройства и соображений, связанных с обеспечением защиты сотрудников охраны. Обычно сотрудников охраны принято размещать за пределами прямой видимости подозрительного устройства.

Установить единственный пункт входа в зону выставленного кордона и никого не допускать к подозрительному устройству без разрешения начальника, руководящего действиями в связи с

данным инцидентом. Нередко вышестоящие руководители настаивают на получении доступа к устройству; таким лицам следует отказывать в предоставлении доступа до тех пор, пока не придут специалисты по обезвреживанию боеприпасов (ОБ) и не подтвердят, что это безопасно.

Организовать пункт управления для централизованного контроля за действиями в связи с данным инцидентом до прибытия на место происшествия полиции или специалистов, которые примут руководство на себя. Согласно местным планам на случай непредвиденных обстоятельств информировать соответствующий персонал об обнаружении подозрительного устройства, если это не было сделано ранее. Обнаружившие устройство лица должны оставаться на месте, с тем чтобы оказать помощь полиции и специалистам по ОБ.

По прибытии полиции она должна взять контроль на себя и определять дальнейшие необходимые действия.

Назначить место сбора за пределами установленного кордона для сотрудников любых других служб, которые должны прибыть на место происшествия.

Выполнять другие местные процедуры или инструкции, предусмотренные на случай обнаружения предполагаемого ВУ.

Аварийные службы, такие, как пожарные команды и бригады скорой помощи, должны ожидать в месте сбора за пределами установленного кордона и быть готовыми к ликвидации последствий взрыва или пожара.

В случае взрыва необходимо немедленно оказать помощь получившим ранения сотрудникам, а затем приступить к выполнению установленных процедур ликвидации последствий.

После установления контроля за ликвидацией последствий взрыва необходимо продолжить поиски с целью выявления возможных дополнительных взрывных устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из определяющих неотъемлемых элементов в повседневной работе должностных лиц досмотровых пунктов является применение ими технических средств контроля, без которых в настоящее время уже невозможно обеспечить своевременность, качество и культуру контроля. Высокая результативность контроля достигается комплексным применением технических средств на каждом конкретном участке зоны контроля.

Хорошее знание оперативно-технических возможностей технических средств контроля, современных методик и способов их применения, овладение практическими навыками работы с ними – все это в значительной степени обеспечивает высокий профессиональный уровень контроля.

Досмотровая рентгеновская техника комплектуется генерирующими источниками ионизирующего излучения и попадает под действие норм и правил санитарного законодательства Российской Федерации. Органы внутренних дел перед началом ее эксплуатации обязаны: обучить персонал работе с техникой; обучить персонал и провести проверку знаний по электробезопасности и технике безопасности; провести медицинскую проверку персонала на допуск к работе с ИИИ; издать приказы по органу о назначении ответственных за радиационную безопасность и о допуске персонала к работе с ДРТ; организовать производственный контроль радиационной безопасности; получить санитарно-эпидемиологическое заключение и включить объект в лицензию на деятельность, связанную с хранением и эксплуатацией ИИИ.

Необходимо отметить, что перспективными направлениями развития рентгеновских досмотровых технических средств являются:

- разработка математических компьютерных методов обработки видеоизображений с анализом энергетических характеристик рентгеновских спектров;
- обучение операторов с использованием банка графических данных;
- разработка математических компьютерных методов воссоздания двухмерных и трехмерных изображений вложений на основе многокурсных теневых картин;

- снабжение досмотровых рентгеновских установок анализаторами для выявления взрывчатых и наркотических веществ;
- разработка безопасных систем для личного досмотра пассажиров;
- автоматическое обнаружение заданных предметов по полученным изображениям содержимого упаковки (например, взрывных устройств, оружия и др.)

Реализация государственных проектов в перспективе применения различных видов ИДК и досмотровой рентгенотелевизионной техники позволит решить следующие задачи:

- достичь оптимального времени, затрачиваемого на проведение досмотрового контроля, повысить его эффективность;
- увеличить пропускную способность автомобильных пунктов пропуска, оснащенных инспекционно-досмотровыми комплексами;
- эффективно выявлять и предотвращать контрабанду наркотиков, взрывчатых веществ, оружия и иные предметы.

Отечественный и зарубежный опыт применения ИДК показал их явную эффективность и результативность в вопросах контроля крупногабаритных грузов и транспортных средств. На сегодняшний день они по праву остаются наиболее совершенными техническими средствами контроля указанных объектов.

Вместе с тем опыт эксплуатации ИДК показывает, что еще есть резервы в повышении эффективности их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативные правовые акты

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) // СПС «Консультант Плюс».

2. «О полиции». Федеральный закон Российской Федерации от 07.02.2011 г., №3-ФЗ (с изм. и доп. от 15.09.2015 г.) // СПС Консультант Плюс

3. «О транспортной безопасности». Федеральный закон Российской Федерации от 9 февраля 2007 г., № 16-ФЗ // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: //СПС «Консультант Плюс».

4. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ по вопросам обеспечения транспортной безопасности». Федеральный закон Российской Федерации от 03.02.2014 г., № 15-ФЗ // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

5. «О радиационной безопасности населения». Федеральный закон Российской Федерации от 09.01.1996 г., № 3-ФЗ // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

6. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Федеральный закон Российской Федерации от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

7. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками». СанПиН 2.6.1.2369–08. // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

8. Санитарные правила «Нормы радиационной безопасности» (НРБ– 99/2009) СП 2.6.1.2523–09 // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

9. Санитарные правила «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010) СП 2.6.1.2612–10 // Консультант Плюс: [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант Плюс».

10. ГОСТ 12.1.019–79*2001. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты // Кодекс: [Электронный ресурс]: // Профессиональная справочная система «Кодекс».

11. Сборник нормативных документов. Электроустановки: ПТЭ; ПТБ; средства защиты; допуска в эксплуатацию; переключение; учет электроэнергии. М., 2006.

12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ). 4-е изд. М.: Атомиздат, 2008.

2. Учебники, учебные пособия

1. Борсов А.И. Учебно-методическое пособие для сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации по применению мобильных инспекционно-досмотровых комплексов / А.И. Борсов; – Нальчик: СКИ(ф) КрУ МВД России, 2017. – 104 с.

2. Вербов В.Ф. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс HCV-Mobile: основы эксплуатации и применения: учебное пособие / В.Ф. Вербов, С.Н. Гамидуллаев, Д.В. Кириллов, А.В. Шевцов; под общ. ред. проф. С.Н. Гамидуллаева. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2011.

3. Вербов В.Ф. Памятка водителю-оператору мобильного инспекционно-досмотрового комплекса HCV-Mobile: справочное руководство для практической работы / В.Ф. Вербов, И.Н. Могильченко, Д.В. Кириллов, В.А. Луговик; под ред. О.Б. Долгополова. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2009.

4. Вербов В.Ф. Памятка старшему экипажу мобильного инспекционно-досмотрового комплекса HCV-Mobile: справочное руководство для практической работы / В.Ф. Вербов, И.Н. Могильченко, Д.В. Кириллов; под ред. О.Б. Долгополова. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2009.

5. Гамидуллаев С.Н. Памятка оператору управления движением мобильного инспекционно-досмотрового комплекса HCV-Mobile: справочное руководство для практической работы /

С.Н. Гамидуллаев, В.Ф. Вербов, О.Б. Долгополов, Д.В. Кириллов, И.Н. Могильченко. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2010.

6. Гамидуллаев С.Н. Памятка оператору по анализу изображений инспекционно-досмотровых комплексов: справочное руководство для практической работы / С.Н. Гамидуллаев, В.Ф. Вербов, П.В. Гулянский, Д.В. Кириллов и др. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2010.

7. Малышенко Ю.В. Инспекционно-досмотровые комплексы. Особенности конструкции и работы ИДК HCV-Mobile: учебное пособие / Ю.В. Малышенко. Владивосток: Владивостокский филиал Российской таможенной академии, 2008.

8. Малышенко Ю.В. Начальная подготовка персонала инспекционно-досмотровых комплексов: учебник / Ю.В. Малышенко, С.С. Ерошенко, С.В. Симочко. Владивосток: Владивостокский филиал Российской таможенной академии, 2010.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДОСМОТРА.....	5
1.1. Классификация досмотровой техники.....	5
1.2. Виды лучевых досмотровых установок и требования к ним.....	16
2. НАЗНАЧЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ.....	31
2.1. Формы рабочих пучков рентгеновских лучей.....	31
2.2. Просвечивание объектов методом сканирования.....	34
3. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ОПАСНЫХ ПРЕДМЕТОВ И ВЕЩЕСТВ.....	37
3.1. Виды основных опасных предметов и веществ.....	37
3.2. Общая характеристика взрывчатых веществ, взрывных устройств и других опасных предметов и веществ...	40
4. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛДУ	45
4.1. Средства защиты и порядок допуска персонала к эксплуатации электроустановок.....	45
4.2. Первая помощь пострадавшему от действия электрического тока.....	49
5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИДК.....	52
5.1. Общие положения.....	52
5.2. Требования к организации по обеспечению радиационной безопасности.....	53
5.3. Обеспечение радиационной безопасности населения	63
5.4. Радиационный контроль.....	65
5.5. Радиационная авария.....	73
6. ДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИЦИИ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ОПАСНЫХ ПРЕДМЕТОВ И ВЕЩЕСТВ.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
ЛИТЕРАТУРА.....	82

Учебное издание

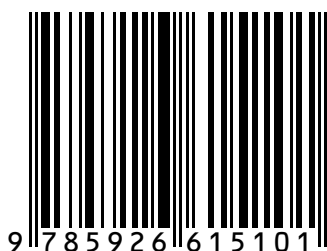
**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДОСМОТРА.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Учебно-методическое пособие

Составители:
Александров Андрей Григорьевич
Цимбал Виталий Николаевич

Компьютерная верстка *С. В. Коноваловой*

ISBN 978-5-9266-1510-1



Подписано в печать 22.07.2019.

Авт. л. 3,4. Заказ 808.

Краснодарский университет МВД России.
350005, г. Краснодар, ул. Ярославская, 128.