



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ИМЕНИ В.Я. КИКОТЯ»

**ПОЛУЧЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ, ПРЕСЕЧЕНИЯ
И РАСКРЫТИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ**

Учебное пособие

Москва
2019

ББК 67,52
П53

Рецензенты:

*главный специалист ФКУ НПО «Специальная техника и связь»
МВД России, доктор технических наук, лауреат Государственной
премии Российской Федерации, академик РАЕН В. А. Химичев;
профессор кафедры ВИПК МВД России, доктор юридических наук,
доцент С. Н. Мешалкин*

Коллектив авторов:

Молянов А. Ю., Любан В. Г., Сермягин К. А., Филиппов С. М.

П53 *Получение визуальной информации с использованием современных технических средств в целях выявления, пресечения и раскрытия преступлений* : учебное пособие / [А. Ю. Молянов и др.]. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2019. – 88 с.
ISBN 978-5-9694-0796-1

Учебное пособие посвящено проблемам создания, внедрения и использования в повседневной практике полиции Российской Федерации современных технических средств получения и фиксации визуальной информации, созданных на базе информационных технологий. Подробно рассматривается эволюция технических средств фиксации визуальной информации. Проанализированы особенности использования визуальной информации, полученной различными видами технических средств, в целях выявления, пресечения и раскрытия преступлений.

Предназначено для использования в учебном процессе, научно-исследовательской деятельности, касающейся вопросов оперативно-разыскной деятельности и применения специальной техники при проведении оперативно-разыскных мероприятий. Работа рассчитана на преподавателей, курсантов (слушателей), адъюнктов, а также практических работников, осуществляющих оперативно-разыскную и следственную деятельность.

ББК 67,52

ISBN 978-5-9694-0796-1

© Московский университет МВД России
имени В.Я. Кикотя, 2019
© Молянов А. Ю., Любан В. Г.,
Сермягин К. А., Филиппов С. М. 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Назначение и правовая основа применения технических средств выявления и фиксации визуальной информации.....	6
2. Принципы, лежащие в процессе восприятия визуальной информации.....	12
3. Создание и развитие технических средств выявления и фиксации визуальной информации в условиях достаточной освещенности.....	20
4. Создание и развитие технических средств выявления и фиксации визуальной информации в условиях недостаточной освещенности.....	39
5. Особенности получения и использования визуальной информации в целях пресечения и раскрытия преступлений.....	61
Заключение	77
Библиографический список	78
Приложение	80

Введение

Мысль о необходимости написания работы по данной теме возникала у авторского коллектива давно. Для этого было несколько причин. Во-первых, понятно, что человеческий глаз (и зрительное наблюдение) является, бесспорно, главным среди прочих органов (и способов) восприятия внешней информации, а она позволяет не только ориентироваться в окружающей действительности и принимать соответствующие решения при ее изменении. Зрение является основным способом осуществлять профессиональную деятельность человека, в том числе при охране общественного порядка.

Во-вторых, как ни важно зрение человека само по себе, возможность получения внешней информации с помощью глаз резко увеличивается, если он (человек) использует технические средства. Следует подчеркнуть, что такая техника, получившая название «технические средства получения визуальной информации», позволяет, и это, на наш взгляд, самое главное, заносить (закреплять) полученную информацию на материальный носитель. Данный процесс позволяет использовать ее сколько угодно долго, передавать во времени и в пространстве, хранить и использовать. Забегая несколько вперед, заметим, что не случайно фотографию часто называют «остановленная смерть». Применение технических средств «визуального наблюдения и контроля» позволяет нам изменить известное изречение «глаз-алмаз» в более подходящее для такой ситуации – «глаз-бриллиант» (если он вооружен техникой визуального наблюдения. Если же речь идет о правоохранительной деятельности, такая техника дает возможность увеличивать объем оперативно значимой информации, анализировать и углублять полученные зрительные образы, делать обоснованные выводы и адекватно реагировать при решении оперативно-служебных задач.

В-третьих, представляется интересным рассмотреть исторические этапы возникновения и развития технических средств визуальной фиксации, равно как и их использования в правоохранительной деятельно-

сти (не только в оперативно-разыскной, но и в уголовно-процессуальной) и уголовном судопроизводстве.

В специальной литературе, как правило, рассматриваются эксплуатационные характеристики технических средств с точки зрения их применения в оперативно-разыском мероприятии «наблюдение»¹.

В этой связи в предлагаемом учебном пособии рассмотрены физические процессы, обеспечивающие выявление и фиксацию визуальной информации, а также когда, как и для чего были разработаны, созданы и использованы (на практике) те или иные технические средства получения и фиксации зрительной информации, широко используемые в оперативно-разыскных мероприятиях.

¹ См.: Специальная техника органов внутренних дел. Использование средств оперативного наблюдения в борьбе с преступностью : учебное пособие. – Саратов : СГСЭУ, 2012. 88 с.; Антонов А. Ю. Особенности регулирования оперативно-разыского мероприятия «наблюдение», проводимого с применением технических средств // Вестник Нижегородской академии МВД России. – 2015. – № 1(29). – С. 208–212.; Арефьев А. Ю., Архипов А. Ю. Проблемы организационно-правового функционирования банков данных фотовидеоинформации в решении задач оперативно-розыскной деятельности // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2015. – № 5–6. – С. 168–171.

1. Назначение и правовая основа применения технических средств выявления и фиксации визуальной информации

В современных условиях правоохранительные органы не могут эффективно выполнять свои функции без использования новейших оперативно-технических средств, в частности без технических средств выявления и фиксации визуальной информации, которая применяется во многих областях деятельности как средство объективного контроля хода и результатов проведения процессуальных действий, в том числе оперативно-разыскных мероприятий, регламентированных действующими законодательными и ведомственными нормативными правовыми актами. Под практикой применения в правоохранительной деятельности принято понимать не только запись изображения, но и воспроизведение (просмотр) этих материалов при производстве дознания, предварительного следствия или судебного разбирательства. Это позволяет достичь большей полноты и объективности при раскрытии и расследовании уголовных преступлений. Основным достоинством видеозаписи является то, что с ее помощью доступна фиксация как звуковой, так и зрительной информации, а также эмоционально-психологического состояния запечатленных субъектов процессуального разбирательства, в том числе, разрабатываемых лиц в ходе проведения оперативно-разыскных мероприятий. Просмотр видеозаписи значительно упрощает восприятие полученной информации, создает эффект присутствия в реальном времени¹.

С середины 1990-х годов стали интенсивно использоваться новейшие средства видеонаблюдения в различных условиях и для различных целей. Применяемые устройства и технологии обработки изображения, миниатюризация и «цифровизация» значительно расширили возможности видеонаблюдения, а использование для распространения видеоизо-

¹ Стяжкин Ю. А. Общие аспекты использования видеозаписи при проведении правоохранительными органами оперативно-розыскных мероприятий // Общество и право. – 2007. – № 2. – С. 84.

бражения внутренних и глобальных сетей переводит проблемы, связанные с правовыми основаниями видеонаблюдения, на качественно новый уровень.

Технические средства выявления и фиксации визуальной информации занимают одно из важнейших мест в арсенале специальной техники и предназначены для наблюдения и документирования преступных действий разрабатываемых лиц, результатов осмотра помещений, транспорта и местности и действий по задержанию разыскиваемых преступников.

Целями видеонаблюдения могут быть:

- обеспечение защиты граждан и их собственности;
- выявление и предотвращение преступлений и правонарушений;
- видеофиксация результатов осмотра местности, помещений, транспортных средств;
- сбор доказательной базы путем получения изображений орудий и следов преступной деятельности;
- обеспечение собственной безопасности подразделений органов внутренних дел.

Оперативно-разыскная деятельность регламентируется законодательными актами, подзаконными актами и ведомственными нормативными актами. К первым следует отнести Конституцию Российской Федерации, в ст. 19 которой устанавливаются обязанности государства по обеспечению охраны правопорядка, прав и свобод граждан. В ст.ст. 23, 24, 25 устанавливается право граждан на неприкосновенность личности, жилища, тайны частной и личной жизни, переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных и иных сообщений. Требования указанных статей Конституции Российской Федерации налагают определенные ограничения на методы сбора и получения соответствующей информации, в том числе с помощью технических средств.

В ч. 3 ст. 6 и ч. 2 ст. 10 Федерального закона «Об оперативно-разыскной деятельности»¹ прямо указано, что при проведении оперативно-разыскных мероприятий (ОРМ) «используются информационные системы (оперативные учеты) и оперативная техника, в частности устрой-

¹ Далее – ФЗ об ОРД.

ства, обеспечивающие видео-, аудиозапись, кино-, фотосъемку, а также другие технические и иные средства, используемые для розыска лиц, идентификации признаков преступных действий, следов, веществ, предметов, связанных с событиями преступной деятельности, если они не наносят ущерб жизни и здоровью людей и не причиняют вред окружающей среде».

Кроме того, ст. 9 ФЗ об ОРД обязывает перед проведением определенных ОРМ, ограничивающих конституционные права и свободы граждан, в том числе с использованием технических средств, получить разрешение суда по территориальности на осуществление таких мероприятий.

В глазах большинства граждан и при большинстве обстоятельств, где требуются повышенные меры для обеспечения правопорядка и защиты граждан, видеонаблюдение рассматривается как полезная неизбежность, но оно не должно превращаться в слежку. Специфичность обработки видео- и аудиоданных, а также важность применения к этой сфере общих норм, относящихся к персональным данным, подчеркнута в Евродирективе¹. Международным правом установлено, что видеоизображение должно обрабатываться честно и законно, в заранее определенных ясных и законных целях. Видеоизображение должно использоваться исключительно в указанных целях и быть адекватным и не избыточным для этих целей, а также не использоваться для целей, несовместимых с указанными. Видеоизображение не должно сохраняться дольше, чем требуют указанные цели. При этом необходимо, чтобы обработка видеоизображения отвечала следующим критериям:

- недвусмысленное согласие субъекта персональных данных;
- необходимость исполнения контрактных обязательств;
- необходимость выполнения предъявляемых законом требований, защиты жизненно важных интересов субъекта персональных данных;
- выполнение задач, определяемых общественным или государственным интересами, разрешение баланса интересов.

¹ Директива 95/46/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского союза от 24 октября 1995 г. «О защите прав частных лиц применительно к обработке персональных данных и о свободном движении таких данных».

Наряду с вопросами фиксации визуальной информации, регламентируется обработка видеозображения персональных данных в целях обнаружения или предупреждения правонарушений. Данные действия предусматривают:

- предоставление информации субъекту персональных данных;
- защиту прав субъекта персональных данных, в частности права на доступ и его запрещение на законных основаниях;
- защищенность обработки;
- уведомление об обработке.

Рассмотренные положения не распространяются на обработку, связанную с охраной правопорядка, государственной и общественной безопасностью при условии, что национальный законодатель предоставит гражданам адекватные меры гарантии реализации их фундаментальных прав и свобод; предназначенную для личных и семейных целей; для целей журналистики, если соответствующие положения существуют в национальном законе о персональных данных.

Применение технических средств выявления и фиксации визуальной информации должно осуществляться с учетом принципа пропорциональности, означающего, что достижение поставленной цели должно быть обеспечено адекватностью применяемых мер. При иных условиях может быть поставлено вне закона применение систем видеонаблюдения. Например, вряд ли обоснованно видеонаблюдение за школьниками внутри школьных помещений в целях борьбы с вандализмом или курением, что может быть обеспечено армированием дверей или установкой систем обнаружения дыма.

Во-первых, применение принципа пропорциональности к установке систем видеонаблюдения ставит принципиальный вопрос о самой необходимости такой установки.

Во-вторых, применение данного принципа означает, что используемые средства должны быть не избыточны по отношению к поставленным целям. Другими словами, набор применяемых средств должен быть минимизирован до той степени, до какой это позволяют достигаемые цели. Оценка с точки зрения минимизации может касаться самого разного набора функциональных свойств применяемого оборудования:

- оптического угла наблюдения;
- глубины наблюдения (масштабирования изображения);
- оптического разрешения;
- цветности;
- функций фиксации кадра;
- места размещения и мобильности;
- сопряженности системы видеонаблюдения с другими системами;
- цифровой обработки видеосигнала и пр.

В-третьих, последовательное применение принципа пропорциональности требует наложения ограничений на время хранения информации. Вряд ли обоснованным явилось бы сохранение видеоряда, например, записанного в супермаркете, в течение последующих дней, если этого не требуют чрезвычайные обстоятельства, при том, разумеется, условия, что эти чрезвычайные обстоятельства имеют место.

В-четвертых, на основании принципа пропорциональности может быть наложено ограничение на идентификацию объекта наблюдения и последующую обработку.

Наконец, специфика трудовых отношений исключает применение скрытых систем видеонаблюдения, если такое наблюдение не требуется в исключительных случаях, связанных со сбором доказательной базы в рамках расследования преступлений.

Использование технических средств выявления и фиксации визуальной информации позволяет фиксировать лица, совершающие противоправные действия (например, при массовых беспорядках, захвате заложников и т. д.), предметы и орудия преступления, которые в дальнейшем, в ходе оперативно-разыскных или следственных мероприятий, могут быть обнаружены, например, при осмотре места происшествия и т. п. Использование полученных видеозаписей с помощью экспертных исследований позволяет решить вопрос о тождестве этих предметов и орудий, которые в дальнейшем будут иметь процессуальное закрепление в ходе предварительного следствия, а также использоваться в качестве доказательств при судебном разбирательстве.

Видеозаписи (видеофонограммы), полученные правоохранительными органами в ходе проведения оперативно-разыскных мероприятий, можно разделить на три группы. Первая группа – видеозаписи, использующиеся только в оперативно-разыскных целях. Вторая группа – видеозаписи, указывающие возможные источники получения доказательств и определяющие направление розыска. Третья группа – видеозаписи, содержащие сведения, которые могут быть использованы для раскрытия преступления в процессе доказывания¹.

Анализ перечня оперативно-разыскных мероприятий позволяет сделать вывод о том, что с учетом современного уровня развития технических средств выявления и фиксации визуальной информации последние могут применяться, по сути, в каждом мероприятии. Исключения могут составить такие мероприятия, как прослушивание телефонных переговоров, снятие информации с технических каналов связи, получение компьютерной информации.

¹ Газизов В. А., Филиппов А. Г. Видеозапись и ее использование при раскрытии и расследовании преступлений : учебное пособие. М., 1998. С. 63.

2. Принципы, лежащие в процессе восприятия визуальной информации

Использование различных видов приборов и технических устройств, объединяемых термином «специальная техника» (СТ), в практической деятельности правоохранительных органов нашей страны позволяет в первую очередь повышать эффективность их работы. Более того, в целом ряде случаев оказывается, что проведение этой деятельности вообще невозможно без привлечения технических средств. В частности, к таким мероприятиям относятся поиск предметов (объектов) средствами визуального контроля: оптико-механическими средствами наблюдения и фиксации, приборами ночного видения (ПНВ), тепловизорами и комплексными системами наблюдения и видеорегистрации.

Рассмотрение особенностей их использования и физических принципов, лежащих в основе их работоспособности, и является целью данной работы. В связи с этим необходимо рассмотреть ряд понятий и терминов, связанных с самим процессом восприятия человеком визуальной информации, т. е. тех знаний об окружающей нас действительности, которые мы получаем с помощью глаз.

Под термином «видеть» в специальной литературе понимают процесс взаимодействия человеческого глаза и лучистой внешней энергии, в результате чего и возникает раздражение нейронов, которое передается в головной мозг и позволяет человеку воспринимать окружающий его мир, ориентироваться в нем и управлять своими действиями и движениями.

Зрение человека занимает ведущее место среди прочих способов восприятия внешней информации¹.

¹ Существуют пять органов чувств, позволяющих человеку воспринимать информацию о внешнем окружении. Это органы зрения (глаза), слуха (уши), вкуса (вкусные рецепторы рта), запаха (нос) и осязания (чаще всего – кожные покровы пальцев рук). Главным достоинством глаз является возможность видеть на сколь угодно большие расстояния. Так, в ясную темную ночь на небе видна туманность Андромеды, до которой от Земли $6 \cdot 10^{18}$ км. Вторая отличительная особенность зрения – это то, что объект наблюдения не чувствует, что за ним наблюдают. При проведении мероприятий оперативно-разыскного характера, это, бесспорно, важно.

У человека (как и у большинства высших организмов) два глаза, симметрично расположенных в глазных впадинах лицевой части головы. Бинокулярность зрения позволяет на небольших расстояниях воспринять объемную картину мира. Глазное яблоко включено в белковую склеру (греч. *sclēra* – твердая). Склера абсолютно непрозрачна, ее толщина – около 1 мм, под ней находится более тонкая сосудистая оболочка, пронизанная сетью кровеносных сосудов, питающих глаз. На рис. 1 приведено строение глаза.

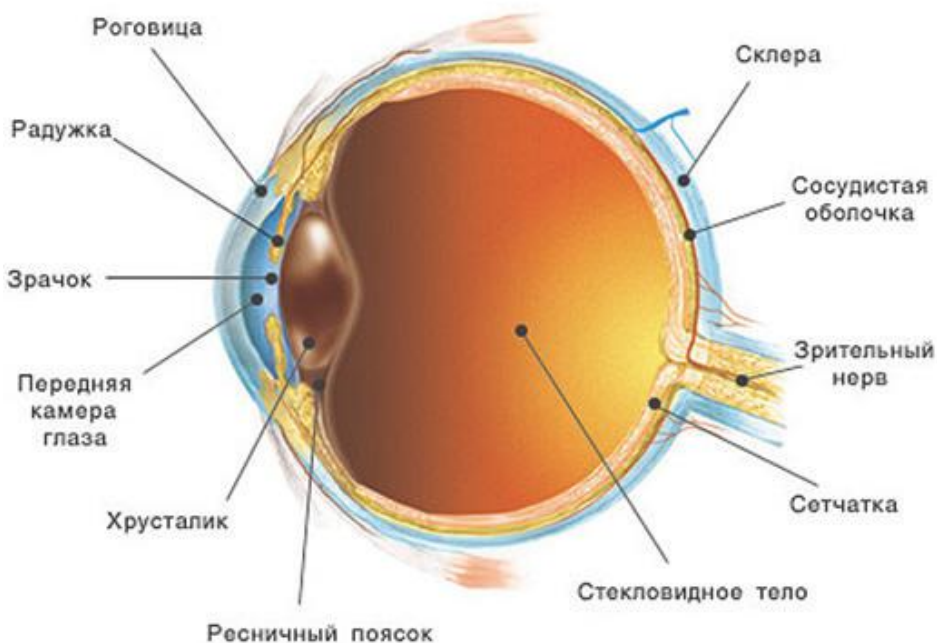


Рис. 1. Строение глаза человека

В передней части глаза сосудистая оболочка переходит в так называемую радужную оболочку, которую и называют «цветом глаз». Она окрашена в коричневый, серый, голубой или зеленоватый цвет, что определяется количеством пигментных клеток. Сама радужная оболочка также непрозрачна, но в ее центре расположено отверстие, называемое зрачком. Именно через него лучистая энергия (свет) и проходит внутрь глаза. Перед зрачком расположена

«передняя камера», заполненная водянистой влагой (ультрафильтратом крови)¹. За камерой размещается хрусталик глаза, закрепленный в особой, совершенно прозрачной капсуле. Хрусталик состоит из белка (глобулина), и по своей форме напоминает двояковыпуклую линзу в объективах фотоаппаратов. В оптической системе глаза это один из важнейших элементов.

Внутреннее пространство глазного яблока заполнено студенистым, стекловидным телом (*corpus vitreum*, лат. *vitro* – стекло) и изнутри устлано очень тонкой пленкой – сетчаткой, или ретиной.

Сетчатка составлена из очень большого числа чувствительных к свету окончаний глазных нервов, различающихся по форме, – палочек и колбочек².

В «палочках» содержится особое красящее вещество – родопсин (зрительный пурпур), которое обесцвечивается под воздействием света. Такое изменение окраски, имеющее фотохимический характер, происходит на макромолекулярном уровне. Импульс передается в зрительный центр мозга по нервному каналу глазного нерва. Глазной нерв является важнейшим элементом в системе зрительного восприятия – если его разрушить, человек перестает видеть, как и при повреждении зрительного центра, расположенного в затылочной доле коры головного мозга (из-за физической травмы или пулевого ранения).

Необходимо обратить внимание на то, что воспринимаемое для одного нервного центра как точечное изображение складывается в единое целое, подобно мозаичной картине, составленной из очень большого количества точечных картин.

Общая схема работы глаза как оптической системы представляется следующим образом. Свет, исходящий от какого-либо источника, попадает на предмет, отражается от него и попадает на зрачок глаза. Глазной хрусталик под воздействием особых глазных мышц изменяет свою кривизну.

¹ Основная задача зрачка – регулировать количество световой энергии, попадающей на сетчатку глаза. В ясный летний день зрачок сужается до 1 мм, в темноте расширяется до 10 мм. Поэтому при большем зрачке в глаз проходит больше света, количество которого определяется площадью, т. е. квадратом радиуса зрачка. Таким образом, при увеличении его в 4–5 раз количество света, попадающего в глаз, возрастает в 16–25 раз.

² Размеры таких нервных светочувствительных центров вполне определяемы – палочка (их в сетчатке глаза около 130 млн) имеет длину 0,06 мм и диаметр около 0,002 мм, колбочка (их в сетчатке 7 млн) имеет размеры 0,035 мм и 0,007 мм соответственно.

Тем самым меняется фокусное расстояние от рассматриваемого предмета до глаза¹. Таким образом, если человек смотрит вдаль, глазные мышцы расслабляются и на сетчатку проектируется резкое изображение далекого предмета. И наоборот, если рассматриваемый предмет расположен вблизи, мышцы сжимаются, фокус укорачивается и опять на сетчатке получается резкое изображение.

Такой процесс «наводки» глаза на четкое видение предметов называется аккомодацией (лат. *commodes* – удобный). Именно из-за этого глаз может с хорошей резкостью видеть предметы на расстоянии от 10 см (от лица) до бесконечно далеких.

Рассматривая механизм воздействия света на сетчатку глаза, необходимо обратить внимание, что раздражителем нервных центров глаза (и последствий такого раздражения) является фотон света (частица энергии). Характеристика движения таких частиц описывается их электромагнитными свойствами. Они двигаются в техническом вакууме со скоростью 300000 км/с и характеризуются одним важным параметром – длиной волны.

В табл. 1 приводятся различные области спектра электромагнитных волн и соответствующие значения длин волн (в линейных величинах, наиболее употребляемых для данного участка спектра)².

Таблица 1

Области спектра электромагнитных волн

Участок спектра	Под диапазон	Длина волны
1	2	3
Радиоволны, м	Длинные	2000–18000
	Средние	2000
	Промежуточные	50–200
	Короткие	10–50
	Ультракороткие	0,01–10
	Микроволны	0,0001–0,01
Инфракрасное излучение ³ , мкм	Дальневолновое	15–1000
	Средневолновое	1,5–15
	Ближневолновое	0,76–1,5

¹ Напомним, что главный фокус линзы – такое расстояние на ее главной оптической оси, где сходятся все лучи от бесконечно удаленной светящейся точки.

² 1 нм = 10⁻⁹ м.

³ 1 мкм = 10⁻⁶ м.

Окончание табл. 1

1	2	3
Видимое излучение, нм	красное	620–760
	оранжевое	590–620
	желтое	560–590
	зеленое	500–560
	голубое	480–500
	синее	450–480
	фиолетовое	400–450
Ультрафиолетовое излучение, нм	–	0–400
Рентгеновское излучение, нм	–	10^{-2} –5
Гамма-излучение, нм	–	$< 10^{-2}$ (нм)

Человеческий глаз ощущает действие света только в очень узком сегменте – от 400 до 710 нм. Этот участок спектра и получил название «видимого света». Все остальные участки электромагнитного излучения (см. табл. 1) человеческим глазом не воспринимаются, и никакого зрительного восприятия при их действии не возникает. И хотя глаз воспринимает только видимый диапазон излучения, но в этом интервале на Землю попадает около 45 % солнечного излучения, причем нижняя граница солнечных лучей, проходящих через земную атмосферу, имеет длину волны 290 нм. «Невидимость» для нашего глаза более длинноволновых (чем видимый свет) инфракрасных (ИК-) лучей полезна. В противном случае глаз ощущал бы тепловое излучение собственного тела, которое будет рассмотрено ниже, что создавало бы мешающую световую дымку¹.

Цветовые ощущения, или цвета видимого света, воспринимаемые глазом, обычно подразделяют на две группы:

1) все серые цвета, вместе с белым и черным цветом – их называют «ахроматические» (греч. *a* – нет);

2) все остальные цвета (и их оттенки) – «хроматические» (греч. *chromos* – цвет).

¹ Под «дымкой» в метеорологии понимают состояние атмосферы. Если горизонтальная видимость темных (черных) предметов днем менее 1 км – это туман, если 1 км – дымка.

Вторая группа дополняется двумя переменными. Это так называемый цветовой тон (например, светло- или темно-синий, пурпурный, малахитовый и т. п.) и насыщенность. Под ней понимают степень заметности цветового фона в данности зрительного впечатления. Так, цвет апельсина есть цвет гораздо более насыщенный, чем цвет речного песка.

Чувствительность глаза к различным участкам видимого спектра различна. Наиболее светлым для нас является желтый¹. В табл. 2 приводятся значения видности (измеренной в относительных единицах) различных цветов, т. е. ее зависимости от длины волны.

Таблица 2

Видность цветов

Длина волны (нм)	Цвет	Видность
400	Фиолетовый	0,0004
420	„	0,0040
440	„	0,0230
460	Синий	0,0600
480	Голубой	0,1390
500	„	0,3230
520	Зеленый	0,7100
540	„	0,9540
560	Желто-зеленый	0,9950
580	Желтый	0,8700
600	Оранжевый	0,6310
620	„	0,3810
640	Красный	0,1750
660	„	0,0610
680	„	0,0170
700	„	0,0040
720	Пурпурный	0,0010
740	„	0,0002

¹ Интересно, что летом глаз гораздо более чувствителен к зеленым лучам, чем зимой. Почему – неизвестно. К фиолетовым лучам он чрезвычайно нечувствителен круглый год.

Известно, что окружающие нас предметы хорошо видны в яркий солнечный день, однако и утром, когда солнце еще не так ярко светит, мы видим не хуже. Но уже через полчаса после заката Солнца человек замечает, что смеркается – глаз начинает отмечать заметную убыль освещенности. Дальнейшее ослабление дневного света и наступление ночи делают какую-либо работу крайне затруднительной. Из повседневной практики известно, что в ночной тьме глаз человека различает лишь контуры крупных предметов, облака на небе, а на открытых участках местности – линию горизонта. Изображение при этом теряет цветность и становится ахроматичным. Не случайно говорят, что ночью все кошки серы.

Для объяснения этого явления в 1866 г. была предложена теория, подтвержденная позднее на практике, что два типа нашего зрения определяются наличием двух различных (по форме) чувствительных центров сетчатки глаза: палочки отвечают за так называемое «сумеречное», ахроматичное зрение, колбочки являются носителями дневного зрения, различающего цвета. Необходимо отметить, что чувствительность колбочкового (т. е. дневного) аппарата сетчатки более чем в 1000 раз уступает чувствительности палочек¹.

Между тем плохая видимость в темноте приводит к глубоким изменениям в состоянии человека – боязнь темноты заложена в нем на генетическом уровне. Это, а также желание побороть этот страх, приобретает особое значение в военное время. Для рассеивания ночной тьмы, откуда могла грозить смертельная опасность, жгли костры, выставляли специальные дозоры, в которые отбирали людей с острым ночным зрением, а на морских судах (и в мирное время) помещали вперёдсмотрящих.

В более позднее время ночной мрак пытались преодолеть осветительными ракетами и бомбами, мощными прожекторами. Но, выигрывая в од-

¹ Световая чувствительность также зависит от возраста человека, достигая максимума в 20–22 года и резко уменьшаясь к 50 годам. Ряд болезней, таких как «куриная слепота», или гемералопия (греч. *hemera* – день и *ops* – зрение), приводит к тому, что человек очень плохо видит ночью. Установлено также, что световая чувствительность сумеречного света сильно снижается при одновременном слуховом раздражении. Интересно отметить, что название «куриная слепота» неслучайно. Дневные птицы – курицы, голуби – имеют в сетчатке глаз только колбочки, а такие ночные охотники, как совы, обладают только (или почти только) палочками.

ном, при таком подходе теряли очень важное преимущество, а именно скрытность наблюдения. Повторим еще раз, что оптический контакт наблюдателя с рассматриваемым объектом не сопровождается каким-либо физическим воздействием, вследствие чего сам факт наблюдения не обнаруживается, какой бы высокой чувствительностью объект наблюдения не обладал. Используя световые ракеты, прожекторы и т. п., мы теряем скрытность наблюдения. Поскольку возможности визуального наблюдения в условиях недостаточной освещенности были исчерпаны, в 1920-х годах пришли к осознанию необходимости использовать соседние (к видимому свету) области электромагнитных волн – либо ИК-, либо УФ-области. Главной проблемой стала сложность технического решения задачи.

На основании вышеизложенного можно подчеркнуть, что возможность человека видеть с помощью глаз – это одно из совершенств, чем наградила его природа. Но и оно имеет пределы. В тех случаях, когда человек оказывается в густом тумане или в темноте, возможности зрения реально уменьшаются. Как ни важно зрение человека, объем получения визуальной информации резко увеличивается, если человек использует технические средства.

3. Создание и развитие технических средств выявления и фиксации визуальной информации в условиях достаточной освещенности

Проблема, как «зафиксировать» человеческий образ, чаще всего «себя любимого», встала перед индивидуумом очень давно. Алгоритм решения оказался доступным для очень немногих. Изначально изображения «героев своего времени» ваяли из мрамора. Были времена, когда статуи «лепили» десятками и в Древней Греции, и в Римской империи.

Но в любом случае это был «штучный» товар, и для того чтобы заказать «свою фигуру» Фидию или Полидору, нужны были большие деньги и время.

Гибель Римской империи и наступившие «темные времена» Средневековья изменили ситуацию. Желание увековечить себя осталось, но скульпторов стало намного меньше. Возросло число художников, рисовавших портреты знатных и богатых людей. Постепенно число таких творений росло, и портреты знаменитых предков стали украшать стены залов замков, в которых обитали не менее благородные потомки.

В середине XVII в. в Венеции были изобретены камеры-обскуры. Они позволяли создавать портреты быстрее и дешевле. Суть метода заключалась в следующем. В небольшой комнате (или в большом ящике), лишенной окон, находился художник. В стене, выходящей на солнечную сторону, было сделано круглое отверстие, перед которым стоял заказчик портрета. Художник вручную обрисовывал изображение, возникающее на стене напротив отверстия. Весьма скоро в отверстие догадались вставить оптическую линзу, поскольку Венеция славилась стеклодувами и мастерами шлифовки стекла. Так камера-обскура приобрела прообраз объектива, ставшего спустя некоторое время неизменным элементом фотоаппаратов и видеокамер. Но на создание портрета, как и прежде, требовались время и усилия. Решение нашли только в XIX в., который,

вне сомнения, был веком химии¹. Именно в первой трети этого века были найдены химические соединения, позволившие «с блеском» решить мучившую многих задачу. Ее решение было связано с развитием фотохимии².

Уже в начале XIX в. было установлено, что причиной химических изменений может быть только тот свет, который поглощается веществом, причем интенсивность излучения и время его действия прямо пропорциональны количеству продукта фотохимической реакции (закон Р. Бунзена и Г. Роско). Наиболее удобными веществами, способными к таким изменениям, оказались галогениды серебра. К этой группе химических элементов относятся хлор, бром и йод, причем наиболее удобными для процесса фотохимического превращения оказались йод и бромные соединения серебра. Было установлено, что они менее устойчивы к свету, чем хлорид серебра, их растворимость выше, что позволяет получать растворы коллоидного типа. Более того, йодиды серебра обладают хорошими сенситометрическими характеристиками и эффективной светочувствительностью, хорошей контрастностью и фотографической широтой.

Процесс получения фотографий можно отразить в виде следующих этапов:

– получают суспензию микрокристаллов AgHal , линейные размеры которых измеряются в интервале от 0,01 до приблизительно 0,9 мкм, и они находятся в связывающей (вязкой) среде. Поверхностная концентрация галогенидов серебра (в перерасчете на серебро) при этом меняется от 0,1 до приблизительно 10 г/м². Заметим, что последняя величина характерна для высокочувствительных фотографических материалов, использовавшихся для аэрофотосъемок. Вязкая суспен-

¹ Век этот начался волнообразным открытием новых химических элементов, затем продолжился созданием способа перехода химической энергии в электрическую. В 1869 г. была создана периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева (1834–1907). Завершающим событием можно считать решение проблемы «связанного азота». За это открытие его автор, Фриц Габер, в 1918 г. получил Нобелевскую премию по химии.

² Фотохимия – раздел физической химии, занимающийся изучением превращения веществ под действием электромагнитного излучения как в оптическом диапазоне, так и в ближнем УФ и ИК.

зия имела следующий состав: от 40–60 % AgHal , 30–50 % желатина¹ и 5–10 % воды;

– полученную суспензию наносят на подложку. Сначала в ее качестве использовали стеклянные пластины, некоторое время были популярны бумажные подложки, но после изобретения фотопленки на гибкой нитроцеллюлозной основе она стала наиболее удобной и широко используемой. Развитие такой пленки привело в конечном счете к изобретению кинематографа;

– помещенная на подложку суспензия освещалась видимым светом, что приводило к началу фотохимического процесса, в результате которого начинается «потемнение» фотографического кадра – в нем образуется кристаллическая микроструктура металлического серебра. Поскольку разные участки кадра получили при освещении разное количество световой энергии, они и отличаются по степени потемнения;

– освещенная суспензия проявляется, промывается (водой) и закрепляется (на подложке). На тех участках, где исходный фотографический материал не «преобразовался», он удаляется в результате обработки, а участки «потемнения», на которых осадилось микроскопическое серебро, закрепляются на подложке. Таким образом получают негатив. Наиболее освещенные участки кадра приобретают темный цвет, а наименее освещенные – светлые;

– после этого начинается перевод негатива в позитивный фотоснимок. Кадры фотопленки помещаются в фотоувеличитель (на штативе, позволяющем, поднимая или опуская устройство, увеличивать масштаб увеличения снимка). Фотоувеличитель всегда был оснащен фотообъективом, что позволяло делать изображение (на фотобумаге) более резким. Необходимо подчеркнуть, что все такие манипуляции

¹ Желатин, или коллаген (греч. *kolla* – клей и *genes* – рожденный) – фибриллярный белок, составляющий основу соединительных тканей (кожи, связок, сухожилий) животных, что обеспечивает их прочность. Коллаген наиболее распространен в животном мире (~30 % всей массы белка). Нативный белок плохо растворяется в воде, но при умеренном нагревании он денатурирует и «плавится». Желатин легко образует студни и широко используется в пищевой промышленности для изготовления фотографических пленок и в микробиологии, где на желатине культивируют микроорганизмы.

осуществляются при красном освещении, поскольку применяемая фотобумага всегда обладала наименьшей светочувствительностью именно к красной части оптического диапазона. После завершения подготовительной стадии на несколько секунд в фотоувеличителе включался белый свет. Он проходил через негатив, попадал на фотобумагу и отпечаток, но уже в позитивном отображении, переносился на фотобумагу. Понятно, что из одного негатива можно получить сколь угодно копий;

– снимок на фотобумаге также подвергался проявлению, промывке в воде и последующему закреплению. Следует заметить, что в обоих процессах закрепителем был одинаковым.

На основании вышеизложенного ясно, что, если получение негатива происходит в течение долей секунды (этот временной интервал называли выдержкой), то окончательный процесс требовал нескольких часов и несомненной квалификации фотографа. О стоимости дополнительного оборудования и химических реактивов говорить не приходится.

Описанный процесс получения фотоснимков (позднее названных аналоговыми) был в обиходе на протяжении длительного времени. При этом у каждого этапа процесса был свой разработчик, внесший личный вклад в развитие фотографии. Но можно назвать конкретного человека, который был основателем – это французский художник, сценограф и изобретатель Л. Ж. М. Дагер (1787–1851 гг.)¹.

Трудным оказался лишь первый шаг. Исследования фотографического процесса приняли лавинообразный характер. Уже через

¹ Дагер Л.Ж.М. занимался разносторонней деятельностью: он был известным сценографом, принимал участие в постановке театральных пьес и первым предложил использовать газовое освещение в здании Парижской оперы, писал картины. Но истинным его увлечением было использование камеры-обскуры, которую он применял при создании диаграмм. Он вставлял в нее металлические пластины для получения изображения. В ходе этих экспериментов им был разработан способ получения не исчезающего изображения при экспозиции на солнечном свете бронзовой пластины, покрытой слоем йодосеребра, и закрепления полученного изображения с помощью паров ртути и гипосульфита натрия. Днем рождения фотографии считается 7 января 1839 г., когда на заседании Парижской академии наук было сделано сообщение о способе получения фотографического изображения – дагеротипа.

2 года был разработан негативно-позитивный процесс¹, описанный выше.

Несомненным достижением в фотографии стало появление фотоаппарата «лейка», введенного в торговый оборот в 1925 г. Он соединил точнейшую немецкую оптику, созданную К. Цейсом² с затвором, позволяющим менять выдержку от 10^{-3} до 1 с. Фотоаппарат был оснащен высокоэффективным дальномером, аналогичным немецким системам, прошедшим боевое применение в годы Первой мировой войны. Механизм взвода затвора и перемещение («транспортировка») были соединены, что позволяло съемку следующего кадра произвести через ~ 3 с. Была опробована и повсеместно введена 35-мм стандартная пленка. Ее катушка содержала 36 кадров, была возможность увеличения размера снимка на порядок.

Но уменьшение времени съемки, легкость использования и компактность фотоаппарата не избавили от очень трудоемкого и длительного процесса проявки и печати фотоснимков.

Развитие фотографических материалов привело к появлению в 1935 г. цветной фотографии: фирма «Кодак» выпустила первую цветную пленку (Kodachrome). Но обработать цветную пленку и печатать с нее цветные фотографии было намного сложнее и дороже. Простому фотолобителю это было не под силу.

Цветная фотография была основана на так называемой трехкомпонентной теории цветного зрения, согласно которой любой цвет можно получить из комбинации трех основных цветов – синего, зеленого и красного.

¹ Его изобретателем стал английский ученый У. Г. Ф. Тальбот (1800–1877 гг.), также считающийся основоположником фотографии. Он получил первые негативы, применяя в качестве носителя бумагу, пропитанную нитратом серебра и йодида натрия, причем первые фотографии он получил в качестве фотокопий (путем контакта с позитивом). Затем в качестве подложки были предложены стеклянные пластины, на которые наносилась эмульсия с йодидом серебра. В 1887 г. в качестве очень удобной подложки была предложена гибкая нитроцеллюлозная пленка, а также разработан фотоаппарат с использованием такой пленки. Одновременно повысилось качество оптики; уменьшилась выдержка (путем разработки специальной диафрагмы); появились переносные фотокамеры, обладающие затворами, открывающими диафрагму за доли секунд, дополнительные источники освещения, сначала фосфорные, а затем более удобные электровспышки.

² В 1875 г. К. Цейс совместно с О. Шоттом создал апохроматическую линзу, что позволило создать объектив с минимальным коэффициентом рассеяния.

В 1956 г. фирма Polaroid (США) создала аппарат, который выдавал готовый отпечаток при мерки за 1 мин. после проведения съемки. Как отмечено в специальной литературе, «высокая оперативность – единственный положительный фактор такого метода». Снимки быстро выцветали, с одного кадра можно было получить только одну фотографию, аппарат был громоздким, а фотоматериалы к нему стоили очень дорого.

В 1994 г. фирмой Apple Computer была создана цифровая фотокамера, ценой 750 долл. с разрешением 640x480 пикселей. В том же году на рынке появился конкурент – фирма Kodak, предложившая первый профессиональный аппарат.

Кино- и фото пленка оставались единственными носителями видеoinформации до 1922 г. Российский инженер Б. А. Рчеулов предложил способ записи видеосигнала на магнитный носитель, который не нуждается в дополнительной обработке этого носителя при записи и воспроизведении. Видеoinформация могла быть воспроизведена сразу же или спустя некоторое время после записи. Однако этому не суждено было осуществиться в нашей стране ввиду Гражданской войны и последовавшей экономической разрухи.

Возможность записи видеосигнала на магнитный носитель следовала из логики приспособления способа магнитной записи звука¹. При, казалось бы, полной аналогии процесса записи затруднение в его осуществлении вызвала разница в полосе частот звукового и видеосигналов. Звуковой сигнал находится в полосе частот от 20 Гц до 20 кГц, в то время как видеосигнал – в полосе от 50 Гц до 6 МГц. Кроме того, видеосигнал намного сложнее по структуре. Он содержит сигнал изображения; сигналы импульсов строчной и кадровой синхронизации; звуковой сигнал; составляющую, которая определяет среднюю яркость изображения.

¹ Магнитной записью называется способ записи информации путем изменения магнитного состояния носителя и создания в нем распределения намагниченности, соответствующего записываемому сигналу. Принцип магнитной записи на стальную проволоку в 1888 г. впервые разработал О. Смит. Однако первое работающее устройство было изготовлено датским инженером В. Поульсеном лишь в 1895 г. Сам аппарат изобретатель назвал «телеграфоном». В 1925 г. К. Штилле представил электромагнитное устройство, записывающее речь на магнитную проволоку. В 1927 г. Ф. Пфлеймер запатентовал магнитную ленту (сначала на бумажной основе, затем – на полимерной). Сам этот принцип он начал разрабатывать параллельно со Смитом в лаборатории BASF.

Выход был найден с разработкой так называемых поперечно-строчного и наклонно-строчного способов записи видеосигнала в 1960-х годах.

В 1970-е годы в процессе миниатюризации твердотельной¹ электроники в ней наметился раскол на аналоговую и цифровую микроэлектронику. В условиях конкуренции на рынке производителей элементной базы победу одержали производители цифровой электроники. В последующем производство и эволюция аналоговой электроники практически были остановлены, так как миниатюризация электронных схем сопровождалась увеличением быстродействия устройств. Эта остановка обусловлена достижением минимально возможных размеров транзисторов, проводников и других элементов на кристалле полупроводника, способных отводить выделяемое при протекании тока тепло и не разрушаться. Их размеры достигли единиц нанометров, что дало название целому направлению в науке и промышленности – нанотехнологии. Следующим этапом в эволюции электроники, возможно, станет оптоэлектроника, в которой несущим элементом выступит фотон, значительно более подвижный, менее инерционный, чем электрон.

Пленочные фотокамеры стремительно исчезают, им на смену приходят цифровые камеры. В наши дни цифровые фотокамеры стали удобными и доступными для широких масс фотолюбителей: в год продается свыше 40 млн цифровых камер, на любой вкус и кошелек.

Основное различие цифровых камер от аналоговых (пленочных) – изображение фиксируется не на цветной пленке, а на матрице, после чего снимки переносятся с цифровой камеры на компьютер. На рис. 2 представлена общая схема работы цифровой камеры.

¹ Термин «твердотельная электроника» появился в литературе в середине XX в. для обозначения устройств на полупроводниковой элементной базе: транзисторах и полупроводниковых диодах, заменивших громоздкие низкоэффективные электровакуумные приборы – радиолампы. «Тверд» использовано здесь потому, что процесс управления электрическим током происходит в твердом теле полупроводника в отличие от вакуума, как это происходило в электронной радиолампе. В конце XX в. этот термин потерял свое значение и постепенно вышел из употребления, поскольку практически вся электроника начала использовать исключительно полупроводниковую твердотельную активную элементную базу.

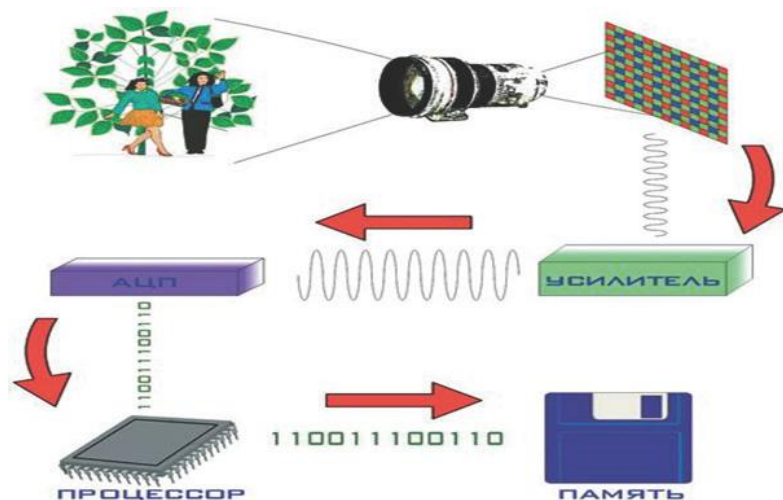


Рис 2. Схема работы цифровой камеры

Под воздействием света, падающего на матрицу, в последней происходят фотохимические процессы, в результате которых формируется изображение. Полупроводниковая матрица – ПЗС-матрица (другие названия – ПЗС-сенсор, ПЗС-датчик), представляет собой светочувствительный датчик, который регистрирует изображение, преобразуя свет в электрический сигнал. ПЗС-матрица состоит из большого количества ячеек. Каждой ячейке соответствует элемент изображения – ПЗС-элемент, пиксель (англ. pixel – picture element – элемент изображения).

Матрица – устройство монохромное. Чтобы сделать матрицу чувствительной к цвету, на поверхность пикселей наносятся миниатюрные светофильтры их «основных» цветов. Наиболее распространен шаблон Байера, в котором расставленные в шахматном порядке зеленые пиксели чередуются с синими и красными (рис. 3).

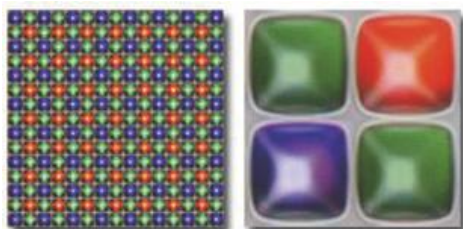


Рис. 3. Устройство ПЗС-матрицы

Каждый светочувствительный элемент воспринимает $\frac{1}{3}$ цветовой информации, а $\frac{2}{3}$ отсекаются фильтром. Недостающая информация о цвете «добывается» из соседних светочувствительных ячеек. Процессор рассчитывает данные о цвете на основании показаний окружающих ячеек и только после этого формирует конечное значение цветного пикселя, т. е. в формировании одного пикселя участвуют несколько фотодиодов матрицы. Все эти элементы настолько малы, что видны лишь под микроскопом. Миллион таких пикселей составляют один мегапиксель. Соответственно, чем больше мегапикселей, тем более детализированным (состоящим из большего количества точек) будет конечный файл изображения.

Исторически одной из лучших по качеству считалась CCD-технология, но по ряду причин большую долю на рынке захватила технология CMOS. В смартфонах также используются разновидности CMOS-технологии. Этот тип матриц обладает рядом особенностей, наиболее важных для мобильных гаджетов: CMOS-матрицы имеют низкое энергопотребление, позволяют размещать усилители внутри пикселя (что улучшает качество при плохом освещении), более дешевы в производстве, обеспечивают высокую скорость работы при формировании изображения и при визировании в реальном времени.

Помимо количества пикселей на матрице, реальное качество и «чистота» создаваемого цифрового изображения сильно зависят от физического размера матрицы и физического размера каждого пикселя по отдельности. Чем крупнее отдельно взятый пиксель (часто говорят «жирный» пиксель), тем лучшей светочувствительностью он обладает. А чем больше физический размер матрицы, тем проще на ней разместить достаточно крупные пиксели на некотором расстоянии друг от друга. Это позволяет уменьшить паразитное перетекание зарядов – «наводки» от соседних пикселей, из-за которых появляются помехи и выбросы, именуемые цифровым шумом. То, что зеленых пикселей в 2 раза больше каждого из остальных двух цветов, объясняется повышенной чувствительностью человеческого глаза к зеленому цвету, а также тем фактом, что зеленый наиболее существенно влияет на субъективную

резкость картинki. Таким образом, в 3-мегапиксельной камере матрица насчитывает 1,5 млн зеленых пикселей и по 750 тыс. синих и красных.

Процессор камеры использует интерполяцию, чтобы по интенсивности соседних пикселей другого цвета практически вычислить недостающую цветовую информацию для каждой точки картинki. Роль процессора сводится к тому, чтобы сделать из информации об интенсивности отдельных пикселей, выходящей из аналогово-цифрового преобразователя, красивую картинку. Прежде всего, для этого необходимо восстановить информацию о цвете и в некоторых случаях повысить разрешение картинki за счет интерполяции. Дальнейшая обработка может включать коррекцию баланса белого, яркости и контраста, а также различные визуальные эффекты, например тонирование изображения или даже исправление дефектов оптики за счет программного увеличения резкости. Завершающей стадией обработки является сжатие картинki, чтобы в память камеры помещалось больше снимков. От быстродействия процессора камеры и объема буферной памяти напрямую зависит «скорострельность» камеры, т. е. то, насколько быстро вы можете снять серию снимков и сколько кадров камера успеет снять перед тем, как «крепко задуматься».

От количества мегапикселей в камере зависит ее класс и ценовая категория. Приличное качество печати подразумевает разрешение 300 точек на дюйм, так что для обычных отпечатков 10x15 потребуется изображение размером уже почти 1800x1200, т. е. примерно два мегапикселя. А если учесть возможность скадрировать снимок и разные погрешности при последующей компьютерной обработке, то три мегапикселя кажутся более уместными. Для печати изображения большого формата необходима камера с несколько большим разрешением, что определяет большую стоимость камеры.

С увеличением качества сенсора и приближением его разрешающей способности к пленке наиболее важным для получения хорошей фотографии компонентом камеры становится объектив. К счастью, относительно высокая цена цифровых камер позволяет большинству их изготовителей не экономить на оптике. К тому же формат кадра у цифрового

фотоаппарата обычно значительно меньше, чем у пленочного, так что и оптика требуется более скромных размеров, а значит, и более дешевая. Поэтому компактным цифровым камерам зачастую достаются объективы с приличным качеством и хорошей светосилой. Многие изготовители электроники, не имеющие собственного опыта разработки объективов, выпускают «цифровики» с оптикой известных фирм. К примеру, Panasonic ставит объективы от Leica, Sony – от Carl Zeiss, Fuji – от Nikon, Casio – от Canon. Одним из основных параметров объектива является фокусное расстояние: от него зависят угол зрения и увеличение объектива. С легкой руки фирмы Leitz, вот уже более чем полвека большинство фотографов снимают на 35-мм камеры и давно уже привыкли к фокусным расстояниям объективов, рассчитанных на формат кадра 24x35. Так, объективы с фокусным расстоянием 50 мм имеют угол зрения, как у человеческого глаза. 28–35-мм – классические широкоугольные объективы, удобные для съемки пейзажей, а также устанавливаемые на большинство «мыльниц»; 85–135-мм – длиннофокусные объективы, наиболее подходящие для портретов; 300–500-мм – телевики, обычно используемые для удаленной съемки футбола, диких животных и важных персон. Как уже упоминалось, формат кадра цифровых камер значительно меньше, поэтому и фокусные расстояния там фигурируют совсем другие. Но чтобы не создавать путаницы, изготовители часто указывают аналог фокусного расстояния для 35-мм кадра. Многие изготовители встраивают в камеру функцию «цифрового зума» – возможность взять кусок изображения из центра матрицы и «растянуть» его до размера всего кадра в процессе цифровой обработки. Например, настоящее фокусное расстояние зума у Minolta Di-mage 7 – от 7,2 до 50,8 мм, а аналогичный объектив для 35-мм имел бы фокусное расстояние от 28 до 200 мм. Как и в случае интерполяционного увеличения разрешения камеры, практическая полезность такой функциональности весьма невелика, ведь любой графический редактор справится с этим ничуть не хуже камеры. Как и пленочные фотоаппараты и кинокамеры, профессиональные цифровые камеры допускают установку сменных объективов, в том числе со своих пленочных аналогов, что потребовало применения сенсоров с размером полноценного пленочного

кадра (24x35 мм), которые появились лишь недавно, да и стоят ощутимо дорого даже для профессиональной техники. До недавнего времени устанавливали матрицы размером 15x22 мм, так что фокусное расстояние обычных объективов автоматически увеличивалось в 1,6 раза. Это, с одной стороны, делало более доступными дальнобойные телевики, с другой – практически лишало фотографов «сверхширокоугольных» объективов.

Несколько иначе устроена камера смартфона. Со стороны она выглядит как пластмассовый «глазок», но на деле представляет собой сложную многокомпонентную систему. В ее основе – также матрица и объектив. Кроме них, в устройствах часто присутствует непростая механика для стабилизации и автофокуса, лазерные дальномеры, RGB-датчики и разные виды вспышек. Затвор в смартфонах – электронный, а не механический, и поэтому любимый многими пользователями «щелчок» приходится озвучивать (рис. 4).

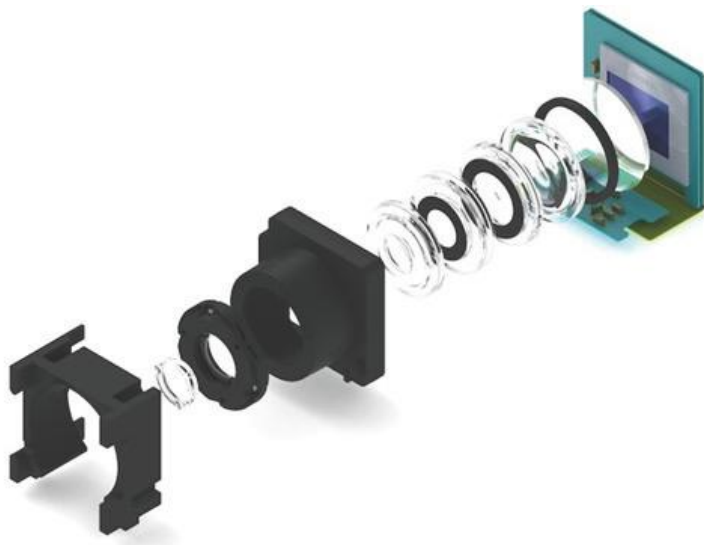


Рис. 4. Устройство объектива смартфона

За общее качество фотографий в широком смысле (цвет, детализация, динамический диапазон и т. п.) в наибольшей степени отвечает модель установленной в смартфон матрицы и сопряженная с ней система линз. От характеристики матрицы зависят разрешение снимков и количество «шума» на ночных фотографиях; от характеристик объектива – угол обзо-

ра, а также резкость и другие параметры получаемой картинки. Используемой в смартфоне технологией автофокусировки обуславливаются скорость и точность наводки на резкость. Особенно это важно для исключения осечек в ночное время при фотографировании движущихся объектов.

В смартфонах обычно стоит небольшая матрица, которая по площади примерно в 50 раз меньше, чем в полнокадровой зеркальной камере. Увеличить размер матрицы в смартфонах очень сложно – слишком мало места в тонком компактном корпусе. Излишняя «мегапиксельность» при маленькой матрице ведет к уменьшению размера пикселей, т. е. ухудшению светочувствительности и увеличению шумности снимков.

Другими словами, нельзя судить о камере, основываясь только на количестве мегапикселей. Если хочется меньшей шумности и более высокого качества на ночных снимках – размер пикселя важнее. Есть технологии объединения нескольких пикселей в один. Она позволяет за счет снижения разрешения повысить светочувствительность матрицы при съемке в условиях низкой освещенности.

Зачастую матрицы для смартфонов поставляются производителем уже в наборе со специально подобранным объективом. Но бывает и так, что разработчик конкретного смартфона сам решает, какое «стекло» поставить перед матрицей. Это (а также алгоритмы обработки изображения) и объясняет то, что в зависимости от модели устройства одна и та же матрица может проявлять себя совершенно по-разному.

Как и в фотокамерах, в смартфонах – пусть в уменьшенном и упрощенном варианте – объектив представляет собой не просто одно стекло, а оптическую систему из группы линз, с помощью которой достигается максимальное качество картинки при минимальных искажениях.

В целом от качества системы линз очень сильно зависит итоговое качество картинки. Например, если перед хорошей матрицей установлена откровенно плохая линза, которая просто не способна «разрешить» сенсор, то никакого повышения детализации на снимках не окажется, сколько бы ни было много мегапикселей. Файлы изображений будут огромными по размеру с формально большим количеством пикселей, но четкости на фотографиях от этого не прибавится.

У разных объективов резкость может существенно отличаться по всему полю кадра, также зачастую присутствует проблема хроматических aberrаций (ХА). Если в смартфоне хорошая оптика, то на снимках не окажется «мыла» в углах кадра, а при съемке, например, тонких веток деревьев в контровом свете (черные контуры на фоне яркого неба) не будут возникать цветовые ореолы (те самые ХА).

Еще один важный параметр объектива – диафрагменное число (F). Эта величина обратна значению относительного отверстия объектива, т. е. отношению «зрачка» к фокусному расстоянию объектива. Чем меньше диафрагменное число, тем больше отверстие. Объектив пропустит больше света, матрице придется меньше «усиливать» сигнал. А значит, при прочих равных окажется больше возможностей делать качественные снимки ночью (когда мало света) с меньшим количеством шумов.

От диафрагменного числа также в большой степени зависит возможность получения популярного эффекта «боке» – размытия заднего плана. На степень размытия заднего фона на снимках влияет не только диафрагма, но также размер матрицы и фокусное расстояние объектива. Чем больше матрица и диафрагма (меньше число F), чем длиннофокуснее объектив, тем больше возможностей сильно размыть фон при съемке более крупного объекта. На смартфонах из-за миниатюрной матрицы и широкоугольных объективов «по-настоящему» размыть фон получается только при макро-съемке мелких предметов вроде цветка, фигурки и т. п. Сфотографировать человека в полный рост или хотя бы по пояс и при этом размыть задний план под силу только камерам с крупной матрицей и портретными объективами с большой диафрагмой. В смартфонах на данный момент размытие при съемке больших объектов достигается только с помощью «имитации» программным образом на некоторых девайсах со «сдвоенными» камерами.

С созданием телевидения была решена задача передачи изображения на расстояние. Телевидение основано на преобразовании оптического изображения, получаемого в телевизионной передающей камере, в электрический сигнал. По каналу связи (как проводной, так и беспроводной) сигнал передается и преобразуется в приемном устройстве (телевизор, дисплей) в видимое изображение.

Такое преобразование – достаточно сложный процесс, поскольку перевод информации в электрический сигнал требует решения триединой задачи: поэлементного разложения изображения на строки и последующей передачи; разложения движущегося изображения на последовательность кадров, разложения передаваемого цветного изображения на три изображения. При приеме в телевизоре восстанавливается первичное цветное изображение.

Построчное разложение осуществляется по прямым горизонтальным строкам. Элементы разложения также получили название «пиксели». Увеличение числа пикселей, а также уменьшение их размеров повышает четкость воспроизводимого изображения.

Радиоволны, несущие телевизионные сигналы, поступают на входной блок телевизора – селектора сигналов, после чего выделяются по частоте и/или коду сигнала определенного телевизионного канала, подвергаются демодуляции, усилению и преобразованию в сигналы яркости и цветности для формирования изображения на экране. Сигналы звукового сопровождения (для воспроизведения звука) моделируются специальной акустической системой, строенной в корпус телевизора.

У истоков изобретения телевизионной системы, помимо В. К. Зворыкина, находился его учитель – выдающийся русский ученый-физик и изобретатель Б. Л. Розинг (1869–1933 гг.).

Рассмотрим более подробно, что же должно входить в состав системы телевидения. В соответствии с ГОСТ Р 51558-2000 в состав системы телевидения обязательно должны входить:

- одна или несколько видеокамер;
- видеомонитор (устройство отображения);
- источник электропитания (в том числе резервного);
- соединительные линии.

К необязательным устройствам относятся:

- устройства управления и коммутации видеосигналов;
- обнаружитель движения;
- видеонакопитель;
- вспомогательное оборудование.

Одним из важнейших элементов системы телевидения являются видеокамеры. Они формируют ту визуальную информацию, которая поступает в дальнейшем на монитор. Варьирование соотношением количества видеокамер к числу мониторов предоставляет возможность либо одному оператору одновременно видеть на экране видеомонитора изображения из многих достаточно удаленных мест, либо на установленных в разных местах мониторах наблюдать за одним объектом.

Для питания видеокамер используется или низковольтное напряжение постоянного тока DC (чаще всего 12 В), или сетевое напряжение AC 220 В.

Конструктивное исполнение видеокамер предполагает следующие возможные варианты конструкции:

- видеокамеры в стандартном корпусе;
- видеокамеры миниатюрные («квадраты», цилиндрические, купольные, шары);
- видеокамеры уличные (как правило, вмонтированные в термокожухи, с кронштейном);
- видеокамеры бескорпусные;
- дверные видеоглазки (видеокамеры со сверхширокоугольным объективом без регулировки диафрагмы, устанавливаемые во входные двери);
- взрывобезопасные видеокамеры (конструкция которых исключает образование электрической искры, что позволяет использовать их в специальных помещениях);
- видеокамеры специального дизайна;
- веб-видеокамеры;
- скоростные поворотные видеокамеры;
- видеокамеры от мини-видеосистем (с инфракрасной подсветкой, микрофоном и громкоговорителем).

Очевидно, что любая видеокамера «мертва» без объектива или слабо информативна с плохо подобранным для нее объективом. Поэтому рассмотрим такую важную часть видеосистемы, как объективы. Объективы характеризуются следующими параметрами.

Формат объектива – это, по сути, обозначение того размера ПЗС-матрицы видеокамеры, с которой данный объектив предназначен работать.

Другими словами, формат – это приблизительная длина в дюймах диаметра, сфокусированного на плоскости изображения (он же является диагональю вписанного в эту окружность прямоугольника с соотношением сторон 4:3). Естественно, что этот прямоугольник не что иное, как поверхность ПЗС-матрицы.

Одним из требований конструктивной совместимости объектива и видеокамеры является соответствие их форматов. Отметим, что возможен вариант использования объектива большего формата, установленного на видеокамеру меньшего формата (но не наоборот, иначе на экране видеомонитора могут появиться затемнения по краям экрана). Достоинство такой установки в том, что в этом случае используется центральная часть объектива, где качество обработки поверхности лучше, чем на периферии, благодаря чему разрешающая способность оказывается выше. Недостаток – уменьшается светосила объектива, так как сужается эффективно используемый диаметр объектива.

Фокусное расстояние (в мм) определяет угол обзора видеокамеры в целом (чем больше фокусное расстояние, тем меньше угол обзора и тем крупнее отображается объект наблюдения).

Объективы выпускаются как с постоянным фокусным расстоянием, так и с переменным, причем их регулировка может быть как ручной, так и дистанционно управляемой.

Вариообъективы с ручным управлением обычно позволяют изменять фокусное расстояние примерно в 2 раза, что обеспечивает подстройку угла обзора видеокамеры на оптимальное изображение. Вариообъективы с сервоуправлением (трансфокаторы) позволяют изменять фокусное расстояние в больших пределах. Они могут применяться на объектах, где при видеонаблюдении требуется время от времени дистанционно изменять масштаб контролируемого изображения. Некоторые из таких объективов имеют функцию предустановки – по сигналу тревоги автоматически происходит быстрая установка заранее заданного фокусного расстояния.

В общем случае система телевидения имеет возможность представления информации от нескольких видеокамер на видеомониторы, число которых, как правило, существенно меньше числа видеокамер (чаще

всего, это один видеомонитор). Данную задачу в видеосистеме решает устройство обработки видеосигналов. В описанной ситуации к видеомонитору в каждый момент времени может быть подключена только одна из видеокамер, поэтому все системы с центральным устройством обработки видеосигналов осуществляют коммутацию видеокамер. Скорость коммутации каналов определяет принцип построения и выходные параметры видеосистемы.

Видеоконмутаторы осуществляют коммутацию видеокамер с достаточно низкой частотой (несколько секунд и даже десятков секунд на канал). Они являются простейшими и самыми экономичными устройствами обработки видеосигналов.

Характерной чертой видеоконмутаторов является так называемое неконтролируемое время: пока осуществляется видеонаблюдение по одной видеокамере, сигналы с других видеокамер на видеомонитор не поступают.

Это неконтролируемое время может быть весьма существенным. Например, если время наблюдения по каждой из видеокамер установлено 5 с (а за меньшее время оператору вообще невозможно успеть что-либо рассмотреть), то при циклическом автоматическом переключении, например 12 входов видеоконмутатора, неконтролируемое время составляет 55 с, т. е. видеоконмутатор будет снова возвращаться к рассмотрению ситуации в контролируемой зоне через каждые 55 с – за это время на объекте может произойти многое.

Надо сказать, что человек едва ли способен просидеть рабочий день перед видеомонитором, на экране которого постоянно переключаются изображения, а для уменьшения неконтролируемого времени они должны переключаться как можно чаще. Для облегчения работы оператора некоторые видеоконмутаторы содержат входы тревоги по числу видеовходов. При срабатывании соответствующего охранного датчика на экране видеомонитора появляется изображение тревожной зоны, звучит зуммер, включается соответствующий светодиод. При одновременном срабатывании нескольких датчиков тревожные зоны отображаются поочередно в соответствии с выбранным временем наблюдения.

Для одновременного контроля изображений от нескольких камер (к примеру, от четырех) специально разработаны устройства – разделители экрана (иногда их называют квадраторами). Достоинство разделителей экрана заключается в том, что при их использовании практически нет потери информации на время переключения видеокамер, присущей видеокоммутаторам.

Важным параметром разделителей экрана является наличие входов тревоги – при срабатывании соответствующего датчика во весь экран выводится зона с тревогой, звучит зуммер.

Разделители экрана, которые имеют отдельную регулировку уровня видеосигнала по каждому входу, позволяют при монтаже и настройке видеосистемы добиться одинаковой контрастности свечения каждого из сегментов на экране видеомонитора, что более комфортно для оператора (сигналы от разных видеокамер, пройдя по кабелям различные расстояния, существенно отличаются своими размахами).

Разделители экрана могут иметь следующие функции:

- возможность полноэкранного отображения;
- электронное увеличение;
- запоминание последнего (перед пропаданием) изображения;
- возможность последовательного автоматического переключения;
- наличие входов датчиков тревоги;
- тревога при пропадании видеосигнала;
- наличие встроенного детектора движения;
- возможность регулировки уровней входных видеосигналов;
- возможность дистанционного управления.

Телевизионные системы делают труд сотрудников правоохранительных органов более эффективным, позволяют документировать информацию о происходящих событиях, создавать видеоархивы. Видеоархивы дают возможность в дальнейшем значительно повысить эффективность раскрытия и расследования преступлений, которые были совершены в поле зрения видеокамер.

4. Создание и развитие технических средств выявления и фиксации визуальной информации в условиях недостаточной освещенности

Рассмотренные в предыдущем разделе технические средства получения и фиксации визуальной информации в условиях достаточной освещенности предполагают наличие в их конструкции трех основных элементов: объектива, окуляра и средства фиксации полученного изображения. В основу технических средств выявления и фиксации визуальной информации в условиях недостаточной освещенности были положены теоретические исследования электромагнитных волн ИК-области. В частности, в конструкции приборов ночного видения было реализовано явление фотоэмиссии – высвобождение электронов из твердых тел, чаще всего щелочных металлов, при направлении на них излучения в ультрафиолетовом или инфракрасном диапазонах электромагнитного спектра. Впоследствии оставалось только зафиксировать отраженный свет и преобразовать его в видимое изображение. Явление фотоэмиссии было открыто в 1887 г. немецким физиком Г. Герцем. Теоретическое обоснование было сделано А. Эйнштейном в 1905 г.

В конструкции тепловизоров были реализованы результаты исследований по преобразованию теплового излучения предметов и объектов в видимое изображение.

Преобразовать отраженные ультрафиолетовые лучи¹ в видимое изображение довольно просто, так как кванты ультрафиолетовых лучей несут достаточное количество энергии. Прибор для видения в темноте, основанный на использовании ультрафиолетовых лучей, состоит из объектива, флуоресцирующего экрана и окуляра. Местность облучается специальным прожектором, дающим направленный пучок ультрафиолетовых лучей. Наблюдаемые предметы частично поглощают, а частично отражают попавшие на них лучи. Рассеянные ультрафиолето-

¹ Ультрафиолетовое УФ-излучение было открыто в 1801 г., т. е. через год открытия ИК- области.

вые лучи при помощи объектива направляются на флуоресцирующий экран, который под действием этих лучей начинает излучать видимые лучи. В результате этого на экране получается видимое изображение предмета.

Однако практического применения ультрафиолетовые лучи для целей видения не получили, так как лучи близкой ультрафиолетовой области видны невооруженным глазом, а для лучей далекой области еще нет удобных и экономичных источников. Кроме того, ультрафиолетовые лучи сильно поглощаются и рассеиваются воздухом, особенно при наличии в нем дымки.

Другим видом лучей, используемых для приборов ночного видения, как было сказано выше, являются инфракрасные лучи. Следует отметить, что ИК-область электромагнитного спектра была открыта в 1800 г. английским физиком и астрономом В. Гершелем¹. Изучая тепловые характеристики видимого света (и раскладывая белый свет на цветные составляющие с помощью призмы Ньютона), Гершель обнаружил, что за пределами видимого глазами излучения есть «невидимые лучи, обладающие наибольшей нагревательной силой». Они и были названы «инфракрасными», т. е. лежащими за красным цветом.

Наиболее интенсивным источником этого излучения является Солнце. В табл. 3 приводится относительный состав солнечного излучения, достигающего до земной поверхности.

Из таблицы видно, что около половины солнечной энергии приходится на ИК-область. Немного меньше относится к видимой области спектра и менее 10 % лежит в ультрафиолетовом диапазоне.

¹ У. Гершель имеет основные заслуги в научном мире в области оптики и астрономии. В 1781 г. он открыл планету Уран, а годом позже – спутники Урана и Сатурна.

Существует история, что первопричиной открытия им ИК-излучения был термометр, случайно оставленный нерадивым лаборантом на рабочем столе ученого, рядом с неубранной призмой Ньютона. Гершель обратил внимание на то, что столбик ртути в капилляре термометра поднялся очень высоко, хотя сам градусник лежал в тени, вне спектра лучей, за красным его участком.

Состав солнечного излучения, %

Положение источника излучения	УФ	Видимый свет	ИК
Солнце у горизонта	0	28	72
Зенитное расстояние 60°	3	44	53
Солнце в зените	4	46	59
Голубое небо	10	65	25

Инфракрасные лучи часто называют тепловыми лучами, хотя, как подчеркивается в литературе, они не имеют никаких особенных тепловых свойств. Как и все другие излучения, они могут быть поглощены физическими телами, находящимися на пути их распространения, и превратиться в теплоту. Однако такой переход не является специфичным только для ИК-диапазона. Если тепловые проявления ИК-лучей намного заметнее такого же проявления видимого и УФ-излучения, то это объясняется только тем, что инфракрасное излучение очень большой мощности удастся создать сравнительно простыми техническими средствами.

Большая часть УФ-света поглощается земной атмосферой, в первую очередь парами воды. Именно поэтому загорать (т. е. подвергаться воздействию УФ-лучей) лучше всего в ясную летнюю погоду, под голубым небом, а не в дождь.

Поглощение ИК-излучения в атмосфере имеет сложный характер. Было найдено, что при этом происходит его избирательное поглощение многоатомными молекулами – воды (H_2O), диоксида углерода (CO_2), озона (O_3), закиси азота (N_2O). Свой вклад в ослабление ИК-излучения вносят молекулы оксида углерода (CO) и метана (CH_4).

Тем не менее, в атмосфере существуют так называемые «окна прозрачности» для ИК-лучей. Это ближнее ИК-излучение (0,76–1,3 мкм), затем – средневолновое (содержит два окна: 3,5–5 мкм и 8–14 мкм). Все эти «окна прозрачности» используются в ИК-технике.

Установлено на практике, что сильнее всего на ослабление ИК-излучения влияют сильный туман, облака и снег, а дождь, как не странно, очень

незначительно. При этом на больших высотах, где возрастает так называемая оптическая прозрачность атмосферы, ИК-излучение распространяется практически без потерь, а космос вообще считается для ИК-лучей идеальной средой распространения.

Поскольку считается, что ИК-излучение связано с колебательными и вращательными движениями атомов в молекулах, то любое физическое тело (и твердое, и жидкое, и газообразное), имеющее температуру выше абсолютного нуля (0 К или $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$), является источником ИК-излучения.

Научно-исследовательские работы по созданию тепловизоров как приборов тепловой индикации целей различного типа были начаты перед Первой мировой войной, когда воюющие стороны интенсивно использовали разнообразную маскировку на поле боя и массовые переброски войск и боевой техники под покровом ночи¹.

Самые большие достижения в развитии ИК-техники такого рода были у немецких ученых, которые обнаружили, что тепловое излучение от летящего самолета можно обнаружить на расстоянии до 1500 м, человека – на 150 м, используя свойство некоторых металлов изменять сопротивление при направлении, в данном случае, в ИК-области. Такие соединения получили название болометров (греч. *bolo* – луч и *metros* – измерять). Первые установки были неселективными и работали только в лабораторных условиях. Изыскания были продолжены, и в начале 1920-х годов установили, что чувствительность фотоприемников многократно увеличивается при значительном понижении температуры. Дальнейшие исследования, которые сразу были засекречены, привели к созданию совершенно новой области техники – криогенной техники (греч. *krýos* – холод, мороз и *genos* – сохранять, помнить), а также использованию новой и очень интересной группы химических соединений – полупроводников.

¹ Первая мировая война, которую современники называли катастрофой космического масштаба и началом заката Европы, послужила, тем не менее, мощным катализатором развития техники вообще и военной в особенности. Это танки, авиация всех классов, подводные лодки (и средства их обнаружения – сначала гидролокатор, затем радар), огнеметы, химическое оружие и многое другое. К примеру, поскольку воюющие стороны столкнулись с острой проблемой поддержания связи на поле боя, началось интенсивное развитие средств радиосвязи, в первую очередь мобильной.

В глубокой тайне в Германии к 1935 г. были разработаны и переданы вермахту ИК-детекторы, позволявшие обнаруживать самолеты (по тепловым выхлопам двигателей), на расстоянии до 8 км, которое увеличилось до 30 км к концу войны. Танки удавалось обнаружить на расстоянии 6–7 км, боевые корабли на открытом море – до 20 км¹.

Наличие таких технических устройств немцам удавалось сохранить в тайне до осени 1942 г., когда под Эль-Аламейном в Египте англичане захватили одну систему в исправном состоянии. Англичане и американцы включились в аналогичные разработки, ибо поняли, что в военном аспекте «возможности ИК-техники ограничены только нашим воображением». Но и несомненными техническими сложностями. Решение ряда задач в этом направлении – безусловно, проблема. Создание тепловизоров – технических устройств, преобразующих тепловое излучение предметов и объектов в видимый (глазом) диапазон, относится к таковым.

К 1952 г. были разработаны и приняты на вооружение термографические камеры. Это были системы с одноэлементным приемником ИК-излучения, двумерной кадровой разверткой изображения и регистрацией его на фотографической пленке. Особенности фотографирования в ИК-лучах по сравнению с обычной фотографией заключаются в том, что ИК-излучение лучше, чем видимое изображение, проходит сквозь атмосферную дымку, туман и облака, что позволяет фотографировать объекты, удаленные на сотни километров. Это использовали при аэрофотосъемках, сейчас – при съемках из космоса. Более нагретые предметы получают более светлыми; всегда крайне трудно осуществить тепловую маскировку объекта съемки. Отличие коэффициентов про-

¹ В качестве приемного устройства таких ИК-детекторов немцы использовали полупроводниковые монокристаллы сульфида свинца. Для повышения чувствительности их охлаждали жидким воздухом ($t = -192$ °С), что позволяло приборам работать при длине волн 4 мкм.

Отметим, что к осени 1944 г. германская военная промышленность выпускала в месяц около 4000 ИК-детекторов. Количество приборов ночного видения активного типа (системы «Филин»), в которых применялся отраженный от объекта наблюдения инфракрасный свет, было еще больше. Такими системами к концу войны оснащались все танки и штурмовые орудия немцев, что позволяло в ночных условиях вести прицельный огонь из танковых орудий на расстоянии около 1700 м.

пускания, отражения и поглощения целого ряда веществ в ИК-области спектра по сравнению с видимыми лучами позволяет выделить ряд интересных деталей. Эти факторы используются в медицине, криминалистике¹, искусствоведении и т. д. На снимках резко возрастает контрастность изображения, особенно водных пространств, что используется в гидрографии. Используется фотопленка, чувствительная к ИК-лучам (она содержит соединения цинка – элемента, очень чувствительного к ИК-излучению).

Первые образцы тепловизоров, в которых визуальный перевод изображения имел аналогию с видеосистемами, удалось создать лишь к началу 1970-х годов. Слишком сложными оказались устройства каждого элемента системы, особенно приемника ИК-излучения.

На рис. 5 приведена структурная схема ИК-системы, представляющей собой комплекс аппаратуры, предназначенный для обнаружения, фокусировки, обработки и выявления сигнала информации от источника ИК-излучения в «читаемом» нашими глазами виде, т. е. тепловизора.

Рассмотрим основные характеристики и принципы действия составляющих эту систему элементов.

Оптическая система, как правило, состоит из целого ряда линз, зеркал и окон, служащих для сепарации (отделения), пропускания, фокусировки ИК-лучей от внешних источников излучения (т. е. фона и цели). Необходимо отметить, что материалы, из которых изготавливается оптика тепловизоров, в основном непроницаемы для видимого света. В то же время эти материалы должны удовлетворять ряду требований: обладать высоким коэффициентом пропускания в ИК-области спектра, быть механически прочными, не растворяться в воде, иметь близкий к нулю коэффициент теплового расширения и довольно большой показатель преломления инфракрасных лучей (что важно для оптических характеристик линз).

¹ Так, текст, залитый чернилами, легко читается, поскольку водные чернила прозрачны для ИК-лучей.

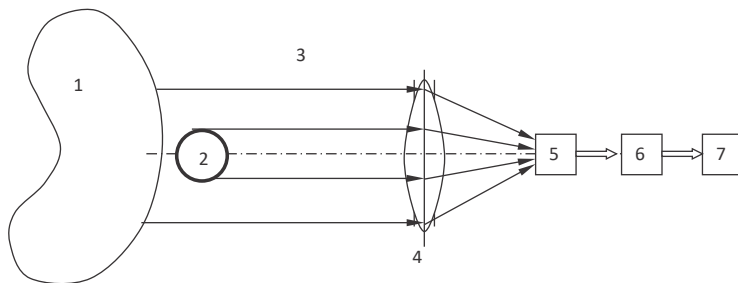


Рис. 5. Структурная схема работы тепловизора:

- 1 – ИК-излучение окружающего фона;
 2 – исследуемый источник ИК-излучения; 3 – среда прохождения ИК-излучения;
 4 – оптическая система тепловизора; 5 – приемник-преобразователь ИК-излучения
 и система сканирования; 6 – устройство усиления и обработки электрических сигналов;
 7 – исполнительное/регистрирующее устройство

Таким условиям удовлетворяют ряд веществ (полупроводников по своим электрическим свойствам):

- кристаллы кремния и германия. Они используются наиболее широко;
- полупроводниковые соединения элементов II–IV групп периодической системы, получаемые путем горячего прессования (типа керамических материалов «Иртран»);
- полученные в результате химических реакций слои сульфида и селенида цинка, а также специальные халькогенидные стекла¹ (табл. 4).

Таблица 4

Основные характеристики оптических материалов, используемых в тепловизорах

Оптический материал	Рабочий диапазон пропускания, (мкм)	Твердость (относит.)	Показатель преломления
1	2	3	4
Германий (Ge)	2–23	692–850	4,04
Кремний (Si)	1,5–9	1150	3,43
«Иртран» (MgF ₂)	0,5–9	576	1,36
«Иртран-2» (ZnS)	0,4–14,5	250	2,26

¹ Халькогенидами называют соединения химических элементов VI группы периодической системы – серы, селена, теллура, но не кислорода, который находится в этой же группе.

1	2	3	4
Селенид цинка (ZnSe)	0,5–22	100	2,44
Халкогенидные стекла (аморф. $\text{Ge}_{28}\text{Sb}_{12}\text{Se}_{60}$)	1–14	150	2,62

Одна из основных задач оптической системы тепловизоров – фокусировка внешнего ИК-излучения на чувствительную (к этому излучению) площадку фотоприемника для повышения энергетической освещенности. Следует учитывать тот факт, что большинство излучающих тепло поверхностей имеет ненаправленное излучение. Из-за этого лучистый поток от нагретой цели распространяется в широком телесном угле. Поскольку рабочая площадка фотоприемника чрезвычайно мала (10–250 мкм), то сама по себе она может уловить лишь ничтожную часть энергии (ИК-излучения), испускаемой целью. Для усиления потока энергии, попадающей на фотоприемник, и применяют систему линз и зеркал. Коэффициент усиления меняется в пределах от 25 до 5000.

На рис. 6 приведена схема фокусировки излучения (для определения коэффициента усиления оптической системы).

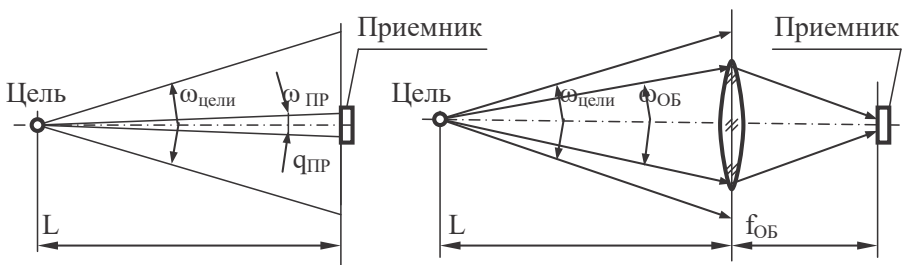


Рис. 6. Схема фокусировки излучения

$$F_{\text{ОБ}} = F_{\text{Ц}} \frac{\Omega_{\text{ОБ}}}{\omega_{\text{ПР}}} = k_{\text{ОПТ}} F$$

Величина лучистого потока F , падающего на чувствительную площадку приемника $\approx I\omega$ ПР, где ω – телесный угол, охватываемый ею, ω ПР = q ПР / L^2 .

Общий лучистый поток $F_{Ц}$, излучаемый целью, равен $I\omega$ цели.

$$F = F_{Ц} \frac{\omega_{ПР}}{\omega_{Ц}}$$

Если L велико, $\omega_{ПР} / \omega_{Ц} \rightarrow 0$, при этом $q_{ПР}$ увеличить нельзя.

Система сканирования. Поскольку приемник ИК-излучения от цели имеет очень небольшой размер¹, а цель может иметь сколь угодно большой (до сотен метров), пришлось ввести в схему тепловизора систему механического сканирования (англ. scanning – развертывание, просмотр). Она позволяет произвести осмотр теплового поля, если в каждый момент времени направлять на приемник лучистый поток с определенного (сравнительно небольшого) участка поля. Для этого на пути распространения лучистого потока устанавливают зеркало (или призму), при помощи электромеханических элементов меняют положение оптической оси в пространстве и перемещают изображение сканируемого поля относительно неподвижного приемника излучения.

Аналогией такого просмотра может являться узкий луч прожектора, освещающий (с определенной периодичностью) какой-либо участок местности (сколь угодно большой). Движение луча по точкам регулярно повторяющейся траектории образует развертку наблюдаемого поля.

В ряде случаев приемник и оптическую систему устанавливают на специальное подвижное механическое устройство, которое изменяет по определенному закону пространственное положение оптической оси².

На рис. 7 приведена схема сканирующего устройства (наиболее удобно сканировать поле прямоугольной формы) для одноэлементного при-

¹ Размер одноэлементного приемника излучения из антимолида индия, широко используемого в тепловизионных устройствах, – 250×250 мкм, при этом он охлаждается до температуры 77 К (-186 °С) с помощью жидкого азота.

² Применяются различные траектории сканирования: строчная, розеточная, телевизионная, спиральная, циклоидная, что определяется формой теплового поля.

емника с расположением плоского зеркала перед объективом в параллельном пучке лучей.

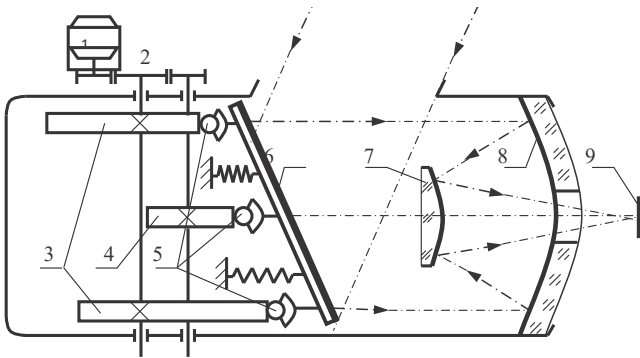


Рис. 7. Схема сканирующего устройства тепловизора с плоским зеркалом:

- 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – кулачки строчной развертки;
 4 – кулачок кадровой развертки; 5 – шаровые опоры; 6 – плоское отражающее зеркало;
 7 – фокусирующая призма; 8 – вогнутое отражающее зеркало;
 9 – одноэлементный приемник ИК-излучения

Наличие сканирующего устройства усложняет систему тепловизора, увеличивает его массу и размеры, затраты энергии, необходимой для питания двигателя.

Приемное устройство. В качестве приемников ИК-излучения используются полупроводниковые материалы¹.

Появление электрического тока в приемном устройстве при освещении его ИК-лучами объясняется явлением фотопроводимости. Оно было открыто в 1873 г. и характерно именно для полупроводников, называемых фоторезисторами (т. е. соединениями, сопротивление которых меняется при воздействии света)².

¹ Полупроводниковые материалы – это материалы, по удельной проводимости занимающие промежуточное место между проводниками и диэлектриками, отличающиеся от проводников сильной зависимостью удельной проводимости от концентрации примесей, температуры и воздействия различных видов излучения. Основным свойством полупроводников является увеличение электрической проводимости с ростом температуры.

² В тепловизорах чаще всего используются три типа фоторезисторов: пленочные (применяются очень тонкие пленки материала, толщиной около 10 мкм, нанесенные на стеклянную или кварцевую подложку; пленки изготовлены из сверхчистых сульфидов и теллуридов свинца); монокристаллические (очень широко применяются микрокристаллы антимонида индия и теллуридов ртути и кадмия, причем выдвигаются высокие требования к однородности и чистоте таких соединений); монокристаллы сверхчистого германия, всегда легированного микропримесями золота, меди, цинка.

Фотопроводимость, как было сказано выше, связана с появлением n - p – носителей зарядов (в зоне проводимости и валентной зоне соответственно).

На рис. 8 приведена схема приемного устройства. Чувствительный элемент (полупроводник) располагается между электродами (практически всегда из золота), полученными возгонкой (т. е. осаждением твердого вещества из газовой фазы), и покрыт защитным лаком, прозрачным для ИК-лучей. Во всех случаях стараются избегать проводов, из-за так называемых проблем микрофонного эффекта. Для этого электроды имеют связь с выводами, образуемыми путем нанесения на подложку серебряной пасты.

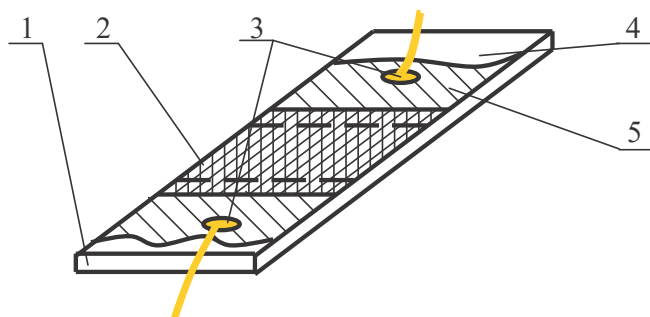


Рис. 8. Чувствительный элемент фоторезистора приемного устройства:
1 – стеклянная подложка; 2 – фотопроводник; 3 – золотые электроды;
4 – лаковое покрытие; 5 – серебряный слой

Блок приемного устройства помещен в вакуумный контейнер. Этот контейнер в свою очередь расположен в основании сосуда Дьюара и охлаждается до низких и сверхнизких температур жидкими газами¹.

Как уже было отмечено выше, у подавляющего большинства фоторезисторов их чувствительность к ИК-излучению и длинноволновая граница излучения возрастают при понижении температуры до сверхнизких значений. Однако использование систем глубокого охлаждения приводит к увеличению массы тепловизора (до 35 кг), но повышает его чувстви-

¹ Сосуд Дьюара – двухстенный вакуумный баллон, предназначенный для сохранения хладагента, например жидкого азота.

тельность, которая характеризуется минимально обнаружимой разностью температур в тепловом поле объекта и составляет для лучших моделей (выпуска середины 1980-х годов) 0,1–0,2 К.

Устройство усиления и обработки электрических сигналов. В тепловизорах от приемника излучения к системе усиления передается электрический сигнал, связанный с излучением и фона, и объекта наблюдения («цели»). Однако уже на первом этапе преобразования такого сигнала вклад фона устраняется. Это осуществляется с помощью специальных электрических фильтров, через которые проходит только сигнал, измененный относительно его среднего значения. После этого электрические сигналы усиливаются и воспроизводятся в виде изображения на видео-контрольном устройстве. Часто для этого используется монитор телевизионного типа, работающий с кадровой частотой, применяемой в обычных телевизорах.

Контраст (видеоусиление) и яркость (уровень фона) можно регулировать таким образом, чтобы изображение тепловой картины походило на соответствующее видимое изображение. Но есть и отличия. При использовании черно-белого монитора сильнее нагретые предметы выглядят на его экране более светлыми, и у всех предметов нет теней. Это, во-первых, ухудшает пространственное восприятие наблюдаемых объектов, скорее всего, из-за отсутствия привычки, а во-вторых, вызывает подсознательно настороженное отношение к живым объектам, которые не отбрасывают теней, с учетом определенных историко-литературных и сказочно-мифологических объяснений такого явления. Впрочем, в тепловизорах современного, III поколения, используют и цветные мониторы.

Следует отметить, что в открытой научной литературе, которая и была использована для написания данной работы, существует значительная временная лакуна – с начала 1990-х годов до настоящего времени. Такой факт связан с рядом причин. Во-первых, на эти годы приходится практическое прекращение издания научных работ по точным и техническим наукам (но не по гуманитарным дисциплинам – экономике, правоведению, политологии и т. п.). Во-вторых, необходимо помнить о секретности научных разработок по данной тематике.

В эти годы были созданы «смотрящие полупроводниковые системы», в которых развиты многоэлементные (матричные) системы приемников ИК-изображения. Это обеспечивает высокую плотность считывания информации со всего теплового поля и делает излишним узел оптико-механического сканирования. Как было показано выше, данный узел значительно усложнял и утяжелял систему тепловизора. Недостаточно освещается вопрос и о рабочих температурах приемника излучения в современных образцах ИК-техники. Ясно, что ее повышение помогло бы избавиться от сложной (и дорогой) системы охлаждения фотоприемников. С середины 90-х годов для такого охлаждения применяют 3- и 4-каскадные термоэлектрические холодильники, в которых используется дроссельный эффект Джоуля–Томсона¹. Однако тот факт, что чувствительность приемников (на основе антимолибдита индия, к примеру) повышается при очень низких температурах, никто не отменял.

Современные тепловизоры широко используются в различных отраслях. Они помогают строить энергосберегающее жилье, обнаруживать неполадки в электросети, спасать людей в чрезвычайных ситуациях и используются в военных целях.

В конце 1990-х годов на полигоне под Нижним Тагилом испытывали новые образцы бронированной техники, оснащенные тепловизорами. Первоначально тепловизоры предназначались для замены стандартных приборов ночного видения. Оказалось, что их использование кардинально повышает боевые качества специальной мобильной техники не только ночью, но и днем – тепловизорами не страшны ни туман, ни маскировочные сети и раскраска, ни, самое главное, дым на поле боя. В процессе опытных стрельб большую часть времени операторы стрельбы для поиска целей и прицеливания использовали именно тепловизор.

Как мы видим, современный тепловизор имеет довольно простое устройство: объектив, тепловизионная матрица и электронный блок обработки сигнала (из-за специфики инфракрасного диапазона в теплови-

¹ В соответствии с этим эффектом температура газа при стационарном протекании его через пористую перегородку уменьшается. В современных моделях тепловизоров термоэлектрические холодильники охлаждают приемное устройство до 233 К.

зорах нужно проводить более сложную обработку сигнала, чем в видеокамерах).

Главная проблема тепловизоров – объективы. Дело в том, что традиционное стекло абсолютно непрозрачно для инфракрасного излучения с длиной волны 8–12 микрон (именно в этом диапазоне работают неохлаждаемые матрицы). Поэтому для изготовления тепловизионных объективов применяется очень дорогой материал – чистый германий, основное месторождение которого в нашей стране находится под Красноярском. Чтобы изготовить линзу массой 100 г, требуется 200-гр германиевая заготовка. Рыночная цена оптического германия – 1800–2000 долл. за килограмм (это эквивалентно цене золота). Например, чтобы разглядеть на расстоянии 1 км человека, требуется объектив с входной линзой не менее 100 мм, которая стоит около 7000 долл. Более «дальнобойные» объективы стоят 20000 долл. и выше. Сейчас стоимость объектива составляет примерно 45 % стоимости всего прибора, еще 45 % – матрица. Нетрудно подсчитать пределы падения цен на приборы в будущем – не менее 50 %. В отличие от матриц германий дешеветь не будет. Хотя и у нас в стране, и за рубежом ему активно ищут замену. С падением цен быстро расширяется область применения тепловизоров. В Центральном научно-исследовательском институте «Циклон», выполняющем оборонные разработки в области тепловидения, имеются видеозаписи ночных противодиверсионных учений. Хорошо замаскированные в лесной чаще диверсанты выглядели в тепловизоре яркими и четкими контурами. Но обнаружение замаскированного противника – далеко не единственное специальное применение тепловизоров. Например, на стоянке сразу виден недавно приехавший автомобиль. На дороге отчетливо светятся следы от недавно проехавшей колесной и гусеничной техники или любые нарушения почвы (например, от установки мин).

За основную функциональную часть ПНВ был взят электронно-оптический преобразователь (ЭОП), предназначенный для получения яркого монохроматического изображения как двигающихся объектов, так и неподвижных предметов в условиях низкой освещенности. Первый работоспособный образец ЭОП был изготовлен в исследовательском

центре голландской фирмы Philips в 1934 г. Этот тип ЭОП, названный «стаканом Холста» по фамилии изобретателя, был использован в первых ПНВ, которые предполагалось использовать для наводчиков артиллерийских орудий и снайперов. Схема «стакана Холста» представлена на рис. 9.

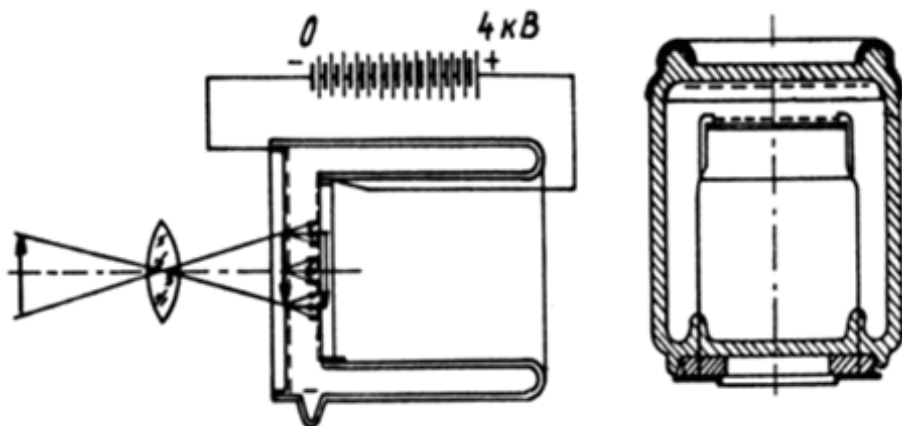


Рис. 9. Схема «стакана Холста»

«Стакан Холста» представлял собой два вложенных друг в друга стеклянных цилиндра. На одном торце стеклянного цилиндра создается кислородно-цезиевый серебряный фотокатод путем нанесения полупрозрачного светочувствительного покрытия из окиси серебра с цезием. К фотокатоду подключается один из электродов. На противоположной стороне торца цилиндра покрывается слоем люминофора, на который наносится тонкий полупрозрачный слой металла, к которому также подводится контактный электрод. Этот элемент схемы становится экраном. Контакты от фотокатода и экрана выводятся из цилиндра наружу. Для беспрепятственного движения электронов внутри цилиндра поддерживается вакуум $10^{-3} \div 1,5 \cdot 10^{-4}$ Па.

Принцип действия классического ПНВ основан на преобразовании ИК-излучения, создаваемого на наблюдаемом объекте свечением ночного неба, звездами и луной, в видимый свет. Функциональная блок-схема оптического тракта современного ПНВ приведена на рис. 10.

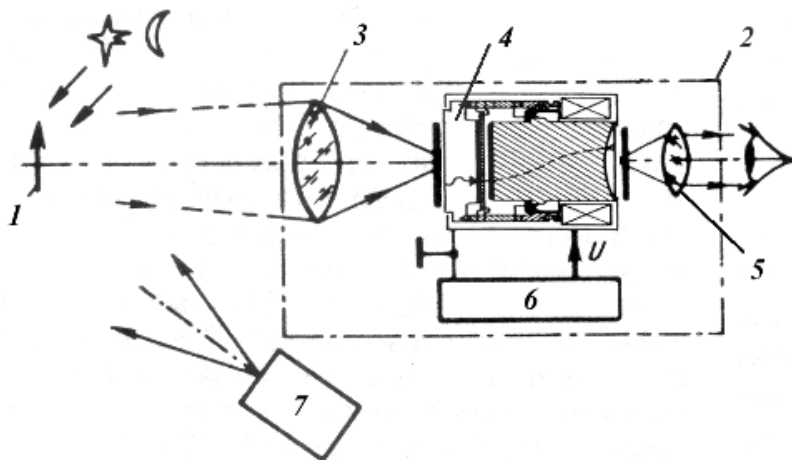


Рис. 10. Блок-схема оптического тракта ПНВ:

- 1 – объект наблюдения; 2 – корпус ПНВ; 3 – объектив; 4 – ЭОП со встроенными МКП, ВОЭ и ВИП; 5 – окуляр; 6 – элементы питания, обычно пальчиковые батарейки (типа АА); 7 – встроенная ИК-подсветка

Изображение наблюдаемого объекта (1) через объектив (3) проецируется в перевернутом виде на входное стекло электронно-оптического преобразователя (4), представляющего собой высоковакуумную лампу с двумя плоскими торцами, входным и выходным окнами соответственно. На внутренней стороне входного окна нанесен тонкий полупрозрачный слой светочувствительного материала (фотокатод), испускающий электроны при поглощении квантов света. Фотокатод – тонкий полупроводниковый слой, нанесенный на внутреннюю поверхность входного окна вакуумного корпуса ЭОП. На внутренней стороне входного окна находится слой люминофора – материала, излучающего свет при попадании на него электрона (экран). Перенос электронов, эмитированных фотокатодом, обеспечивается электростатическим полем, для чего к фотокатоду и экрану приложено напряжение (6) в несколько кВ. Полученное на экране изображение рассматривается через окуляр (5). Объектив создает на фотокатоду ЭОП изображение слабоосвещенного (ночным небом, звездами, луной) объекта. Число эмиттированных из каждой точки электронов пропорционально яркости в этой точке изображения, спроецированного объективом. Поскольку яркость свечения экрана в каждой точке пропорциональна

числу попавших в нее фотоэлектронов, на экране создается видимое усиленное и преобразованное изображение наблюдаемого объекта. Усиление яркости в современных ЭОП достигает нескольких десятков тысяч раз, поэтому даже несмотря на определенные потери яркости во входном объективе современные ПНВ позволяют отчетливо наблюдать изображения в условиях ночной освещенности, включая безлунную ночь.

Указанные выше недостатки позволяли использовать «стакан Холста» только в активном режиме, т. е. с подсветкой наблюдаемого изображения ИК-прожектором. Кроме того, изображение на экране получалось нерезким. Расстояние между фотокатодом и экраном следовало делать возможно малым из-за разлета электронов, покидающих фотокатод под различными углами. В «стакане Холста» оно составляло несколько миллиметров и сократить его было невозможно по технологическим причинам. Тем не менее, они активно применялись в ходе Второй мировой войны всеми сторонами. Весьма успешным оказалось применение Германией ПНВ с ИК-прожекторами для обеспечения действий боевых машин. В результате Советская армия понесла серьезные потери в боях в районе венгерского озера Балатон. Стремление уравнять шансы и лишить противника возникшего преимущества вынудило советское командование подсветить зенитными прожекторами поле боя при форсировании реки Одер. Следует отметить, что для нужд германской армии использовались более современные ЭОП с электронно-оптической фокусировкой, обеспечивающей разрешение на экране до 20 мкм, а в более сложных вариантах даже до 1 мкм.

Крупных успехов добились американские и английские фирмы. Хорошо известны ночные прицелы для стрелкового оружия «Снайперскоп», удачно примененные при высадке десанта американцев на остров Окинава.

Следует учитывать, что при различных погодных условиях наблюдение в приборы и прицелы ночного видения будет иметь следующие особенности:

– в темную и спокойную ночь наблюдение в ПНВ дает хорошие результаты;

– при ночной буре или сильном ветре движения кустов и деревьев дает мерцающие отражения, потому приходится напрягать зрение и глаза быстро устают; в дождливую ночь наблюдение в ПНВ неэффективно;

– в снежную и туманную ночь ПНВ неэффективны и их применение не имеет смысла;

– в условиях запыленности и при сильных земных испарениях применение ПНВ неэффективно;

– естественные краски при наблюдении в ПНВ дают более светлые тона;

– гладкие полированные поверхности (авто- и бронетехника) отражают больше лучей и больше видны, чем поверхности шероховатые;

– стоячая или медленно текущая вода поглощает инфракрасные лучи и поэтому не видна во многих системах ночного видения;

– здания, деревья, кустарники, неровности почвы создают при освещении инфракрасными лучами такие же тени, как и при дневном свете или при искусственном освещении;

– в ПНВ очень трудно различить неподвижные или находящиеся под прикрытием растительности предметы (за «растительными гардинами»);

– дальность действия ПНВ больше, если цель находится на светлом фоне (светлый песок, скошенное поле, снег), и меньше, если цель находится на темном фоне (вспаханное поле, кусты, развалины).

При наблюдении с помощью ПНВ следует учитывать, что они не могут дать изображение местности и расположенных на ней предметов в том виде, как их привык видеть человек. В зависимости от того, в какой степени наблюдаемые предметы отражают или поглощают инфракрасные лучи, они могут распознаваться по силуэтам или степени контрастности. Например, естественная зелень, сильно отражающая инфракрасные лучи, изображается в приборе в виде светлых пятен, а деревья получаются будто бы покрытые снегом. Вода и небо, сильно поглощающие инфракрасные лучи, будут наблюдаться в виде темных или даже черных пятен; деревья без листьев, камни, скалы приобретают сероватый оттенок. Летом военнослужащие, одетые в шерстяное обмундирование и стандартные маскировочные костюмы, наблюдаются лучше и

отчетливее, чем одетые в хлопчатобумажное обмундирование и «лохматые» камуфляжи. Зимой на фоне снега лучше наблюдаются военнослужащие в белых маскировочных костюмах, чем одетые в грубошерстные шинели. Надо знать, что искусственная маскировка при наблюдении в ПНВ резко выделяется на фоне естественного цвета местности. Во многих системах ночного видения естественная окраска местности и местных предметов не различается, и они распознаются только по силуэтам и по степени контрастности. В ПНВ резко выделяются незамаскированные блестящие пуговицы на обмундировании, пряжки, знаки различия, потертости на оружии, незамаскированная белизна рук и лица. Отчетливо видны источники инфракрасного излучения, фары машин, даже замаскированные синими стеклами, любые фонари с любыми темными стеклами на дальности их прямой видимости. Современные ПНВ работают по принципу отраженного света звезд в пассивном режиме, т. е. без включения инфракрасных подсветок. Но необходимо знать, что в условиях абсолютной темноты (в подвалах, на чердаках, в пещерах и т. д.) без источников инфракрасного излучения не обойтись. Для маскировки от инфракрасных лучей лицо и руки натираются влажной землей, углем, жженой пробкой или сажой; находиться следует за «гардиной» из елового лапника или любых веток. Для проведения ночной маскировки подбирают естественные цвета и материалы, соответствующие конкретной местности и местным предметам в дневное время.

Согласно общепринятой терминологией, ЭОП делятся на три поколения (1-, 2- и 3-го); те в свою очередь могут иметь промежуточные ступени (1+, 2+). С 1999 г. в США производится замена всех ЭОП 3-го поколения на так называемые высокоинформативные ЭОП. В некоторых литературных источниках эти ЭОП относят к 4-му поколению¹.

Все приборы, разработанные во времена Второй мировой войны, условно называют ПНВ нулевого поколения. Это были тяжелые и габаритные приборы, для работы которых требовались мощные источники пита-

¹ Специальная техника органов внутренних дел. Использование средств оперативно-го наблюдения в борьбе с преступностью : учебное пособие. – Саратов : СГСЭУ, 2012. С. 59.

ния и инфракрасная подсветка. Они преобразовывали картинку ИК-диапазона в видимую и не имели фотоусиления.

Развитие волоконной оптики в США в 1960-е годы позволило усовершенствовать ЭОП. На базе волоконно-оптических пластин (ВОП), представляющих собой пакет из множества светодиодов, были разработаны плосковогнутые линзы, которые и стали устанавливать взамен входного и выходного окон. Оптическое изображение, спроецированное на плоскую поверхность ВОП, без искажений передается на вогнутую сторону, что обеспечивает сопряжение плоских поверхностей фотокатода и экрана с криволинейным электронным полем. В результате применения ВОП разрешающая способность стала по всему полю зрения такой же, как и в центре. Эти ПНВ относятся к 1-му поколению.

В настоящее время ЭОП 1-го поколения еще находят применение в ночных прицелах для охотничьих ружей и успешно используются там, где требуется только преобразование длин волн ближнего ИК-диапазона в видимый свет, например для визуального контроля сборки оптических систем связи, в медицине, где применяются ИАГ-лазеры с длиной волны излучения 1,06 мкм.

ЭОП 2-го и 3-го поколений существенно меньше тех, которые использовались на ПНВ прежде, потому соответствующие устройства по общим габаритам гораздо более компактны. Почти все более поздние ПНВ оснащены совершенной защитой того или иного типа от засветки. Система защиты обычно имеет автоматическую регулировку усиления и (или) датчик уровня освещенности, выключающий прибор при превышении определенного значения яркости. И дело уже не в растекании изображения, а в том, что интенсивное световое воздействие в течение продолжительного времени по-прежнему способно вывести прибор из строя.

Срок службы ЭОП 3-го поколения почти вдвое превышает срок службы ЭОП 2-го поколения (10 тыс. часов против 6 тыс.) при лучшей разрешающей способности. Учитывая, что средняя продолжительность использования ПНВ составляет менее 100 часов в год, различие в ресурсе в целом не имеет большого значения. Кроме того, существует технология поколения 2+, где характерные для 3-го поколения ПНВ высокая разреша-

ющая способность и большая чувствительность фотокатода распространяются на волновой диапазон, в котором работают приборы 2-го поколения. Как и ПНВ 2-го поколения, устройства поколения 2+ в наилучшей степени проявляют свои возможности при достаточно высоком уровне освещенности, например вблизи населенных зон, а также в ненаселенной местности в лунную ночь, в особенности в песчаной пустыне и на заснеженных пространствах.

Для обеспечения всепогодности, круглосуточности, высокой помехозащищенности, а также повышения вероятности обнаружения и опознавания потребовалось создание нового поколения приборов, включающих один или несколько независимых оптико-электронных каналов. Такие приборы называются комбинированными, комплексированными или интегрированными. Ни один из самостоятельных низкоуровневых каналов визуализации изображения не обеспечивает всей совокупности требований, стоящих перед приборами видения ночью. Обеспечение выполнения этих требований возможно при использовании комплекса приборов, включающих различные дополняющие друг друга каналы, т. е. путем комбинирования и комплексирования.

Под комбинированными ПНВ понимают систему, состоящую из нескольких каналов, работающих в различных областях спектра, имеющую единый вход и интегрированную систему обработки сигнала.

Под комплексированными ПНВ понимают систему, состоящую из отдельных самостоятельных каналов, имеющих отдельные входные отверстия и совмещенные или отдельные индикаторы.

К комплексированным приборам относится также и набор приборов, расположенных на одном носителе, например комплекс «Пособие» (тепловизор) в совокупности с хорошо зарекомендовавшим себя активно-импульсным прибором «Печенег».

На основе анализа ведущихся работ можно определить общие тенденции развития ПНВ.

Развитие техники ночного видения осуществляется в следующих направлениях: совершенствование элементов в канале визуализации изображения; разработка новых схемно-конструктивных решений с учетом

критерия «эффективность/стоимость» и расширение области применения приборов на основе их конверсионных возможностей; технологическая обработка конструкций. Решение этих проблем должно опираться на новейшие достижения опто- и микроэлектроники, ТВ-техники, информационных технологий и других смежных областей и существенно улучшить параметры приборов: в 1,5–2 раза повысить их дальность действия; обеспечить работу при ЕНО до 10^{-4} лк, т. е. для 90 % всего темного времени суток. Кардинальное решение многих задач ночного видения могли бы обеспечить тепловизионные приборы на базе твердотельных индикаторов с функцией передачи модуляции. Однако, принимая во внимание реально существующие производственно-технологические проблемы, нет оснований полагать, что эти тепловизионные приборы вытеснят ПНВ в обозримом будущем.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что разработка ПНВ должна осуществляться в направлении создания адаптивных систем, работающих круглосуточно в широком диапазоне изменения внешних условий, в соответствии с которыми приборы должны оптимизировать свою работу. Поскольку решить задачу в полном объеме с использованием одноканальных приборов достаточно сложно, необходимо разрабатывать многоканальные (многоспектральные) системы и в конечном счете полностью интегрированные приборы, в которых изображения отдельных каналов обрабатываются в реальном масштабе времени и формируется высококачественное интегрирование изображения. При этом необходим модульный принцип построения приборов, допускающий как создание их унифицированного ряда, так и применение модулей для многоканальной системы.

5. Особенности получения и использования визуальной информации в целях пресечения и раскрытия преступлений

В ч. 1 и ч. 3 ст. 11 Федерального закона «О полиции» закреплено положение о том, что полиция в своей деятельности обязана использовать достижения науки и техники, информационные системы, сети связи и современную информационно-телекоммуникационную инфраструктуру, технические средства, включая средства аудио-, фото- и видеофиксации при документировании обстоятельств совершения преступлений, в том числе совершенных в общественных местах.

Современные информационные технологии при обеспечении выполнения этой задачи должны занять лидирующее положение. Исторический опыт показывает, что к этому имеются все предпосылки. Перед Первой мировой войной были предприняты робкие попытки негласной звукозаписи и фотосъемки¹, а в середине прошлого столетия уже были созданы видеокамеры – устройства, объединившие процесс видео- и звукозаписи. Однако общий низкий уровень кинематографической техники в тот период, ее громоздкость и высокая стоимость процесса съемки исключали возможность ее широкого применения при решении задач борьбы с преступностью. По этому поводу А. Е. Брусиловский и М. С. Строгович писали: «...киносъемка, как и фонозапись, – это музыка будущего»². Дальнейшее развитие технологий позволило сделать видеокамеры компактными и недорогими, а затем и вовсе встроить их в другие мобильные устройства. Теперь видеозапись проникла в нашу жизнь повсеместно – производить видеозапись какого-либо события могут обладатели сотовых телефонов и приборов видеофиксации, установленных как юридическими, так и физическими лицами камер виде-

¹ Черняк Е. Пять столетий тайной войны (из истории секретной дипломатии и разведки). М., 1977. С. 399–400.

² Брусиловский А. Е., Строгович М. С. Свидетельские показания в качестве доказательств: Методика и техника следственной работы / под ред. Г. К. Рогинского, А. В. Викторова. Киев, 1934.

онаблюдения, видеорегистраторов, установленных в автомобиле, и т. п. Последние стали неотъемлемой частью жизни автомобилистов.

Главной задачей видеорегистрирующего устройства является запись действительности. Нередко видео, снятое очевидцами, помогает расследовать общественно опасные деяния, препятствует сокрытию информации и позволяет посмотреть на события объективным «свежим взглядом». Это потребовало от законодателя конкретизации требований к самому процессу видеосъемки, правового статуса видеозаписи и регулирования процесса получения видеозаписи.

В настоящее время в городах и мегаполисах видеоинформация формируется:

– камерами аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» (АПК «Безопасный город»), созданного в рамках реализации единого системного подхода к обеспечению общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания¹,

– камерами видеонаблюдения, устанавливаемыми юридическими и физическими лицами для организации видеонаблюдения за объектами, не входящими в сферу действия АПК «Безопасный город»;

– автомобильными видеорегистраторами;

– камерами, используемыми системами ГИБДД «Поток» и «Дозор-77».

Задачами, актуальными для систем видеорегистрации, являются: контроль толпы; борьба с воровством; пресечение несанкционированных проходов; обеспечение общественной безопасности; предупреждение правонарушений и раскрытие преступлений.

АПК «Безопасный город» представляет собой единую информационно-телекоммуникационную инфраструктуру, объединяющую компоненты авторизованных систем обеспечения безопасности на объектовом, муниципальном и региональном уровнях.

Первичным звеном организационно-технической инфраструктуры АПК «Безопасный город» являются камеры:

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. № 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2014. – № 50, ст. 7220 (далее – Концепция АПК).

- дворовых территорий жилых домов;
- территорий мест массового пребывания граждан;
- территорий, на которых располагаются объекты городской инфраструктуры (социальной, инженерной и транспортной);
- лесопарковых зоны;
- улично-дорожной сети и ее объектов;
- территорий подведомственных органам исполнительной власти г. Москвы;
- территорий, занимаемых потенциально опасными объектами, критически важными объектами, объектами жизнеобеспечения, социально важными объектами;
- территорий, занимаемых государственными органами исполнительной власти г. Москвы, государственными учреждениями г. Москвы;
- территорий, занимаемых органами местного самоуправления г. Москвы, муниципальными учреждениями, и другие территории г. Москвы;
- установленные на городском транспорте;
- установленные юридическими и физическими лицами и интегрированные в АПК «Безопасный город».

На основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. № 2446-р, а также в рамках выполнения Государственной программы г. Москвы «Безопасный город» в 2014 г. в целях комплексного обеспечения безопасности населения и объектов на территории г. Москвы, в том числе снижения уровня преступности, регулирования миграции и снижения числа нарушений миграционного законодательства, а также снижения рисков чрезвычайных ситуаций, повышения защиты от угроз природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности, был введен в действие Единый центр хранения данных (ЕЦХД). Поскольку в соответствии с разделом III «Основные принципы построения и развития комплекса» Концепции АПК «Безопасный город» организация видеонаблюдения в общественных местах лежит на регионах и муниципалитетах, власти самостоятельно определяют правила доступа к полученным записям. Федеральное законодательство по вопросу доступа к видеозаписям с камер наблюдения пока не сформировалось, по-

этому соответствующие положения и регламенты утверждаются на уровне субъекта Федерации или муниципального образования. Для г. Москвы порядок получения информации с видеокамер АПК «Безопасный город» определен правилами доступа к камерам, включенным в систему АПК «Безопасный город», установленными постановлением Правительства г. Москвы «Об утверждении Положения о государственной информационной системе «Единый центр хранения и обработки данных». В соответствии с Едиными требованиями для пользователей правоохранительного сегмента предусмотрен конфиденциальный доступ к «живым» потокам аудио- и видеоданных с камер системы видеонаблюдения.

Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город» в г. Москве, по сути, представляет собой комплект программных продуктов, которые являются верхним звеном интеллектуальной системы, объединяющей и интегрирующей различные системы АПК в единую многоуровневую сетевую инфраструктуру видеонаблюдения, позволяющую использовать как ведомственные базы данных, так и открытые информационные ресурсы. В зависимости от направления служебной деятельности подразделений (уголовного розыска, охраны общественного порядка, дорожно-патрульной службы и т. д.) «набор» баз данных и информационных ресурсов различается, однако в каждый из них включены две основные системы – Центральная база данных ГИБДД г. Москвы (ЦБД ЕИТС) и городская информационная система «Единый центр хранения данных».

В настоящее время в г. Москве введены в эксплуатацию более 152 тыс. камер видеонаблюдения, их количество постоянно увеличивается.

Подразделениями Главного управления внутренних дел по г. Москве установлены 409 автоматизированных рабочих мест для хранения и обработки данных. Большинство из них установлены в дежурных частях подразделений. Доступ к данным ЕЦХД в настоящее время имеют порядка 3 тыс. сотрудников, из них 570 – с возможностью выгрузки архивной видеоинформации.

При поступлении информации о совершенном правонарушении сотрудники дежурных частей УВД по районам и управлений внутренних

дел по административным округам незамедлительно просматривают архивную видеoinформацию с камер ЕЦХД вблизи места совершения преступления в целях установления примет предполагаемых правонарушителей, путей их подхода и отхода. Полученную информацию доводят до патрульных нарядов. Зафиксированные камерами факты и события являются доказательствами. В целях повышения эффективности использования городской системы видеонаблюдения ЕЦХД при раскрытии преступлений в 2014 г. на территории г. Москвы в составе оперативного управления Главного управления МВД России по г. Москве был создан отдел по обеспечению развития и внедрения АПК «Безопасный город». В составе управления создан оперативно-аналитический отдел, основной задачей которого является организация работы по раскрытию преступлений «по горячим следам». Следует отметить, что количество преступлений, раскрытых с помощью камер видеонаблюдения или с использованием информации, которая с них поступает, составляет около 70 % от общего количества преступлений, раскрытых в г. Москве.

Эффективность системы «Безопасный город» заключается в том, что при обращении к ЕЦХД можно осуществлять наблюдение не только в реальном времени, но и прошедшем времени, а также записать необходимые снимки и видеозаписи на диски и иные носители, что в последующем становится доказательствами по уголовным делам. Следует, правда, отметить, что изображение на большинстве камер видеонаблюдения оставляет желать лучшего, так как для хранения более качественной видеозаписи требуется больший объем памяти на серверах ЕЦХД, что на данный момент ввиду недостаточного финансирования сделать не представляется возможным. С этим же обстоятельством связана и проблема со сроками хранения видеозаписей, которые составляют всего 5 суток.

Результаты наблюдения, полученные с камер видеофиксации аппаратно-программного комплекса «Безопасный город», имеющие значение для выявления, предупреждения, пресечения и раскрытия преступлений, оформляются документом, который называется **АКТ оперативного использования систем видеонаблюдения, информационно-справочных**

ресурсов, электронных архивов видеoinформации. Данный акт имеет следующую структуру:

- 1) время, место и дату составления акта;
- 2) должностное лицо, составившее акт;
- 3) далее в хронологическом порядке излагаются действия объекта, его местоположение, место положения камеры, его зафиксировавшей; по ходу изложения могут вставляться скриншоты, пометки времени;
- 4) подпись лица, составившего данный акт, а также список приложений (диски с записью видео и т. п.).

Акт использования городской системы видеонаблюдения ЕЦХД является результатом оперативно-разыскной деятельности¹, полученным в рамках проведения оперативно-разыскного мероприятия «наведение справок – обращение к базам данных». Для дальнейшего использования в процессе доказывания он должен быть надлежащим образом представлен (передан) дознавателю, следователю, прокурору или в суд для использования в процессе доказывания.

Представление (передача) результатов ОРД может быть осуществлено следующими способами:

1) оперативный сотрудник пишет рапорт на имя своего руководителя с указанием того, что сведения, полученные оперативным путем, содержат признаки преступления и являются поводом для возбуждения уголовного дела. В данном случае речь идет о том, что инициатива передачи результатов ОРД исходит от оперативного сотрудника;

2) в рамках ч. 4 ст. 21 УПК РФ требования, поручения и запросы прокурора, руководителя следственного органа, следователя, органа дознания и дознавателя, предъявленные в пределах их полномочий, закрепленные в УПК РФ, обязательны для исполнения всеми учреждениями, предприятиями, организациями, должностными лицами и гражданами. В данном случае инициатива исходит от органов уголовного преследования;

¹ Под результатами ОРД, согласно п. 36.1 ст. 5 УПК РФ, понимаются сведения, полученные в соответствии с Федеральным законом «Об оперативно-розыскной деятельности», о признаках подготавливаемого, совершаемого или совершенного преступления, лицах, подготавливающих, совершающих или совершивших преступление и скрывшихся от органов дознания, следствия или суда.

3) согласно ст.ст. 182 и 183 УПК РФ результаты ОРД в рамках выемки передаются оперативным сотрудником органу предварительного расследования.

В юридической литературе высказывается точка зрения о том, что порядок предоставления результатов оперативно-разыскной деятельности (включая использование скрытого видеонаблюдения) не имеет уголовно-процессуального значения¹. Это связано с тем, что само постановление о предоставлении результатов оперативно-разыскной деятельности оформляется в одном экземпляре, утверждается соответствующим руководителем органа, осуществляющего оперативно-разыскную деятельность, и приобщается к материалам дел оперативного учета или оперативной разработки. Постановление необходимо лишь для того, чтобы удостоверить факт передачи полученных материалов в тот или иной орган, т. е. речь идет о соблюдении порядка оперативно-служебного делопроизводства².

Перейдем к рассмотрению вопроса о трансформации результатов ОРД в доказательство. Говоря иначе, рассмотрим процесс преобразования оперативной информации в доказательство. Под доказательствами в соответствии с ч. 1 ст. 74 УПК РФ понимаются сведения, на основе которых суд, прокурор, следователь, дознаватель в порядке, определенном УПК РФ, устанавливают наличие или отсутствие обстоятельств, подлежащих доказыванию при производстве по уголовному делу, а также иных обстоятельств, имеющих значение для уголовного дела.

Результаты ОРД, которые предоставляются для использования в доказывании по уголовным делам, должны позволять формировать доказательства, удовлетворяющие требованиям уголовно-процессуального законодательства, предъявляемым к доказательствам в целом либо к соответствующим видам доказательств. Кроме того, они должны:

а) содержать сведения, имеющие значение для установления обстоятельств, подлежащих доказыванию по уголовному делу;

¹ Вагин О. А., Исиченко А. П., Шабанов Г. Х. Оперативно-розыскные мероприятия и использование их результатов : учебно-практическое пособие. М., 2006. С. 87.

² Стяжкин Ю. А. Общие аспекты использования видеозаписи при проведении правоохранительными органами оперативно-розыскных мероприятий // Общество и право. – 2007. – № 2(16). – С. 84.

б) указывать на источник получения предполагаемых доказательств или предмета, который может стать доказательством;

в) указывать на данные, позволяющие проверить в условиях уголовного судопроизводства доказательства, сформированные на основе оперативно-разыскных сведений.

Любые сведения, в том числе результаты ОРД, чтобы стать доказательствами, должны быть получены из предусмотренных законом источников, в установленном законом порядке, путем проведения следственных и судебных действий.

Решение о возможности использования в процессе доказывания по уголовному делу материалов ОРД принимается лицом, производящим дознание, следователем или судом. При этом они обязаны в соответствии с требованиями уголовно-процессуального законодательства осуществить проверку представленных материалов процессуальными способами и провести осмотр материалов, назначить различные виды экспертиз, допросы, очные ставки и другие следственные действия.

Результаты ОРД в уголовном судопроизводстве, как правило, используются в виде следующих видов доказательств: вещественные доказательства, иные документы.

Под остальные виды доказательств результаты ОРД не подходят по своему содержанию.

Доступ к информации, зарегистрированной камерами систем «Поток» и «Дозор-77», не вызывает затруднений в связи с тем, что эти системы интегрированы с имеющимися базами МВД России.

Иное положение с получением информации с камер видеонаблюдения, устанавливаемых юридическими и физическими лицами для организации видеонаблюдения за объектами, не входящими в сферу действия АПК «Безопасный город», а также автомобильных видеорегистраторов.

Согласно ст. 84 УПК РФ доказывание состоит в собирании, проверке и оценке доказательств в целях установления совокупности фактов и обстоятельств, имеющих значение для разрешения уголовного дела.

Установление такой совокупности, по существу, невозможно без проведения оперативно-разыскных мероприятий и использования результатов ОРД.

Роль ОРД заключается в обнаружении источника и (или) носителя информации. После установления источника или носителя информации наступает этап сбора доказательств.

Как было рассмотрено выше, согласно ст. 74 УПК РФ доказательствами по уголовному делу являются любые сведения, на основе которых суд, прокурор, следователь, дознаватель в порядке, определенном Кодексом, устанавливает наличие или отсутствие обстоятельств, подлежащих доказыванию при производстве по уголовному делу, а также иных обстоятельств, имеющих значение для уголовного дела. Запись видеорегистрирующего устройства является доказательством, относящимся к категории иных документов (ст. 84 УПК РФ). Данное доказательство, как и любое другое, должно быть относимым (т. е. имеющим значение для рассмотрения и разрешения дела) и допустимым (т. е. полученным с учетом требований законодательства), что вытекает из положений ч. 2 ст. 50 Конституции Российской Федерации, в соответствии с которыми при осуществлении правосудия не допускается использование доказательств, полученных с нарушением федерального закона.

В качестве доказательств может быть принята и копия видеозаписи. Указанная позиция подтверждается Кассационным определением Верховного Суда Российской Федерации от 26 февраля 2013 г. № 67-О13-14, в котором разъяснено, что «...не являются обоснованными и приведенные в кассационных жалобах доводы о том, что видеозапись является недопустимым доказательством по делу в связи с отсутствием точных сведений о модели видеорегистратора и копией этой записи, поскольку видеозапись произведена в соответствии с требованиями закона и объективность ее содержания сомнений не вызывает».

С учетом различий правовых основ и методов работы следственных и оперативных подразделений порядок получения записи видеорегистрирующего устройства целесообразно рассматривать отдельно¹.

¹ Невский С. А., Ладухин О. В. Проблемы правового регулирования получения и использования технической информации телекоммуникационных сетей в деятельности по раскрытию и расследованию преступлений // Гуманитарные, социальные и общественные науки. – 2014. – № 8. – С. 168.

Получение видеозаписи следователем в рамках уголовного судопроизводства может быть осуществлено в рамках обыска (ст.ст. 182 и 183 УПК РФ) или при производстве осмотра места происшествия (ст.ст. 176 и 177 УПК РФ).

Кроме того, следователем может быть направлено поручение на имя начальника органа дознания о производстве отдельных оперативно-разыскных мероприятий.

Сотрудники оперативного подразделения определяют наличие камер видеонаблюдения, установленных юридическими или физическими лицами, которые не интегрированы в АПК «Безопасный город», а также наличие автомобилей с видеорегистраторами, находящимися вблизи места совершенного преступления. Далее в ходе проведения ОРМ «обследование помещений, зданий, сооружений, участков местности и транспортных средств»¹ сотрудники оперативных подразделений в соответствии с п. 1 ч. 1 ст. 15 Федерального закона «Об оперативно-розыскной деятельности» вправе изымать запись камеры видеорегистратора с согласия автовладельца и оформить это изъятие актом добровольной выдачи. Если лицо отказывается добровольно выдать запись, необходимо постановление следователя о производстве следственного действия выемки.

В настоящее время порядок представления результатов ОРД для использования в уголовном судопроизводстве регулируется Инструкцией о порядке представления результатов оперативно-разыскной деятельности органу дознания, следователю или в суд, утвержденной приказом МВД России № 776, Минобороны России № 703, ФСБ России № 509, ФСО России № 507, ФТС России № 1820, СВР России № 42, ФСИН России № 535, ФСКН России № 398, СК России № 68 от 27 сентября 2013 г.² (далее – Инструкция).

¹ Приказ МВД России от 1 апреля 2014 г. № 199 (ред. от 17.04.2017) «Об утверждении Инструкции о порядке проведения сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации гласного оперативно-разыскного мероприятия «обследование помещений, зданий, сооружений, участков местности и транспортных средств» и Перечня должностных лиц органов внутренних дел Российской Федерации, уполномоченных издавать распоряжения о проведении гласного оперативно-разыскного мероприятия «обследование помещений, зданий, сооружений, участков местности и транспортных средств» // Российская газета. – 2014. – 28 мая.

² Российская газета. – 2013. – 13 дек.

Указанная Инструкция устанавливает две формы представления результатов ОРД для использования в уголовном судопроизводстве. Первая форма предполагает составление и представление рапорта об обнаружении признаков преступления с приложением необходимых оперативных документов и материалов. Вторая – составление и представление сообщения о результатах оперативно-разыскной деятельности, к которому также прилагаются необходимые документы и материалы (п. 6 и приложение № 1). Рапорт об обнаружении признаков преступления составляется должностным лицом органа, осуществляющего ОРД, в соответствии со ст. 143 УПК РФ и регистрируется в порядке, установленном нормативными правовыми актами органов, осуществляющих ОРД (п. 7 Инструкции). К документам, указанным в п. 6 Инструкции, прилагаются (при наличии) полученные (выполненные) при проведении ОРМ материалы фото- и киносъемки, аудио- и видеозаписи и иные носители информации, а также материальные объекты, которые в соответствии с уголовно-процессуальным законодательством могут быть признаны вещественными доказательствами. При этом информация о времени, месте и обстоятельствах получения прилагаемых материалов, документов и иных объектов, полученных при проведении ОРМ, должна быть отражена в сообщении (рапорте). Допускается представление материалов, документов и иных объектов, полученных при проведении ОРМ, в копиях (выписках), в том числе с переносом наиболее важных частей (разговоров, сюжетов) на единый носитель, о чем обязательно указывается в сообщении (рапорте), и на бумажном носителе записи переговоров. В этом случае оригиналы материалов, документов и иных объектов, полученных при проведении ОРМ, если они не были в дальнейшем истребованы уполномоченным должностным лицом (органом), хранятся в органе, осуществившем ОРМ, до завершения судебного разбирательства и вступления приговора в законную силу либо до прекращения уголовного дела (уголовного преследования).

Однако, предусматривая две альтернативные формы представления результатов ОРД, Инструкция не конкретизирует, в каких случаях должна использоваться та или иная форма представления, т. е. в каких ситуациях и при каких условиях необходимо составлять и представлять рапорт об

обнаружении признаков преступления, а в каких – сообщении о результатах оперативно-разыскной деятельности¹.

В соответствии с нормами упомянутого выше приказа МВД России от 1 апреля 2014 г. № 199 сотрудник, осуществляющий изъятие, обеспечивает условия копирования документов и (или) информации, содержащейся на изымаемых электронных носителях информации, исключающие возможность их утраты или изменения. При изъятии электронных носителей информации сотрудником, осуществляющим изъятие, организуется изготовление их копий, которые заверяются им, и (или) по ходатайству законного владельца изъятых электронных носителей информации или обладателя содержащейся на них информации информация, содержащаяся на изъятых электронных носителях, копируется сотрудником, осуществляющим изъятие (либо специалистом, привлеченным к участию в проведении обследования), на другие электронные носители информации, предоставленные ему законным владельцем изъятых электронных носителей информации или обладателем содержащейся на них информации.

Электронные носители информации, содержащие копию изъятых информации, передаются лицу, у которого они были изъяты, или законному владельцу изъятых электронных носителей информации или обладателю содержащейся на них информации, о чем делается запись в протоколе. Изъятые в ходе обследования предметы и документы, подлежащие последующему использованию в уголовном судопроизводстве, учитываются и хранятся в опечатанном виде в условиях, исключающих возможность ознакомления посторонних лиц с содержащейся на них информацией и обеспечивающих их сохранность и сохранность указанной информации, а после их исследования, если это возможно без ущерба для выполнения задач оперативно-разыскной деятельности, возвращаются их законному владельцу.

Если конструкция видеорегистрирующего устройства предполагает запись на карту памяти и на нем отсутствует собственная встроенная па-

¹ Ларинков А. А. Проблемы представления результатов ОРД для использования в уголовном судопроизводстве (по Инструкции от 27 сентября 2013 г.) // Криминалист. – 2014. – № 1 (14). – С. 35.

мять или жесткий диск, то носителем информации является карта памяти, и в таком случае достаточно изъять только ее. Если запись осуществлялась на встроенную память, то видеорегистратор является как устройством видеозаписи, так и носителем информации и подлежит изъятию.

Запись необходимо документально зафиксировать, как можно быстрее. Чем меньше времени прошло с момента событий и до момента сдачи и оформления документов, тем меньше возможности ее подделать. В дальнейшем для проведения экспертизы может понадобиться не только запись, но и карта памяти, жесткий диск или сам регистратор, на котором она была сделана.

При предоставлении видеозаписи с автомобильного видеорегистратора необходимо вписать в протокол модель и марку камеры видеофиксации или видеорегистратора, а также место установки регистрирующего устройства и ориентацию камер; важно также указать тип носителя информации, его отличительные особенности. Время записи должно совпадать с реальным. Флеш-карту в присутствии понятых необходимо запечатать в конверт, что обязательно отразить в протоколе. В протоколе обязательно должны быть отражены: данные видеорегистрирующего устройства (серийный номер, марка, модель, год выпуска и др.); сведения об автомобиле, в котором был установлен видеорегистратор; когда, кем и при каких обстоятельствах была сделана запись; комментарии к видеозаписи.

Чтобы запись в качестве доказательства была юридически применима, на ней должна быть четкая привязка к месту событий и времени: на регистраторе быть установлено правильное время, чтобы видео снималось одним дублем, чтобы на одной из камер в кадр попадала часть автомобиля, из которого ведется съемка. Если регистратор ведет запись в собственном формате, вместе с оригинальным файлом, следует предоставить плеер для проигрывания на компьютере; дополнительно, если возможно, переконвертировать видео в стандартный формат, проигрываемый любым плеером.

Практика показывает, что распространенными вариантами являются получение аудио- и видеозаписи, например, самим заявителем по его собственной инициативе, вне рамок проведения ОРМ.

Аудио- и видеозапись, осуществленная самим заявителем по его собственной инициативе, не является ОРМ или следственным действием и не регламентируется УПК РФ или ФЗ об ОРД.

Однако ч. 2 ст. 86 УПК РФ «Собирание доказательств» предусмотрено, что «потерпевший, гражданский истец, гражданский ответчик и их представители вправе собирать и представлять письменные документы и предметы для приобщения их к уголовному делу в качестве доказательств».

В ч. 2 ст. 84 УПК РФ установлено, что к числу представляемых потерпевшим доказательств относятся документы, которые могут содержать сведения, зафиксированные как в письменном, так и в ином виде. К ним могут относиться материалы фото- и киносъемки, аудио- и видеозаписи и иные носители информации, полученные, истребованные или представленные в порядке, установленном ст. 86 УПК РФ.

Таким образом, заявитель может либо сам осуществить аудио- и видеозапись противоправных действий, либо эта аудио- и видеозапись могла производиться в автоматическом режиме. При этом могут использоваться любые технические средства общего назначения, в том числе диктофоны и мобильные устройства связи, а также видеорегистрирующие устройства.

Информация, сформированная видеорегистрирующим устройством, используется в следственной и оперативно-разыскной деятельности довольно успешно. Появление новых технологий порождает необходимость совершенствования существующих и разработки новых законов в этой сфере. Однако в настоящее время мы имеем лишь значительное количество нормативных правовых актов общего характера.

Действующие законодательные нормы устанавливают общие принципы и задачи уголовного судопроизводства и оперативно-разыскной деятельности органов внутренних дел в борьбе с преступностью. Из содержания этих норм вытекают допустимость и необходимость применения технических средств, в частности средств видеозаписи. Комплексного методического обеспечения до настоящего времени не разработано.

Проблему доказывания с использованием цифровой видеозаписи обычно связывают с возможностью изменения зафиксированных данных

с помощью компьютерных технологий, что приводит к недопустимости использования этих данных в качестве доказательств в уголовном судопроизводстве.

Цифровая видеокамера по своему устройству практически полностью повторяет обычную, т. е. аналоговую, но есть некоторые конструктивные отличия, которые во многом облегчают процесс видеосъемки.

Особенно это касается видеосъемки, проводимой на открытой местности (осмотр места происшествия, проверка показаний на месте, следственный эксперимент). Так, например, в большинстве случаев видеосъемка производится с рук, что отрицательно сказывается на качестве видеоизображения дрожанием картинки. В цифровых видеокамерах этот недостаток исключается с помощью оптического стабилизатора, ликвидирующего дрожание картинки видеоизображения при осуществлении видеосъемки с рук.

При проведении видеосъемки на открытой местности качество звукового ряда видеоизображения может быть ухудшено шумами ветра. Конструкция цифровых видеокамер позволяет в такой ситуации использовать соответствующий фильтр, удаляющий шумы ветра из общего звукового ряда видеоизображения.

Основное различие заключается в способе записи видеоизображения. Так, в цифровой видеокамере видеоизображение, формирующееся на ПЗС-матрице, преобразуется из аналогового в цифровое и записывается на носитель видеоизображения потоком цифровых данных.

Инструкция о Порядке представления результатов оперативно-разыскной деятельности органу дознания, следователю или в суд указывает на то, что результаты, полученные (выполненные) при проведении ОРМ, могут быть представлены в виде материалов фото- и киносъемки, аудио- и видеозаписи и иных носителей информации, а также материальных объектов, которые в соответствии с уголовно-процессуальным законодательством могут быть признаны вещественными доказательствами. Исходя из положений данной нормы следует, что не устанавливается правило об исключительном использовании методов аналоговой или цифровой видеозаписи. Если видеоизображение получается цифровым методом, то от

этого цифровая видеозапись не перестает быть видеозаписью. Таким образом, не важен принцип и технология формирования фото-, аудио- и видеоинформации, а важно получение качественных данных, отвечающих требованиям ст. 88 УПК РФ, т. е. относимости и допустимости.

Огромное значение имеет проблема достоверности зафиксированного видеоизображения в цифровой форме. К вопросу использования цифровых технологий в доказывании многие ученые-правоведы подходят критически, и в основном мнения сводятся к недопустимости внедрения методов цифровой видеосъемки в следственную практику в силу возможности внесения изменений в зафиксированные цифровые данные посредством компьютерных программ редактором видеоизображений.

Рядом авторов высказывается мнение, что с помощью цифровых видео- и фотокамер можно производить наложение объектов на другой фон, изменять визуальные свойства объекта уже в момент записи, не говоря уже о последующей обработке данных в графических программах-редакторах. Для исключения вероятности компьютерного редактирования цифровых видеоизображений необходимо следующее:

- осмотр носителей видеоинформации в присутствии понятых и других участников следственного действия;
- упаковка и опечатывание носителей видеоинформации;
- составление акта об осмотре и упаковке;
- исключение из программно-технического обеспечения средств фиксации возможностей для редактирования цифровых данных; проведение проверки на предмет отсутствия входящих в компьютерное обеспечение программ, позволяющих вносить изменения в цифровое видеоизображение, с кодированием результатов такой проверки, например цифровой подписью прокурора-криминалиста.

Важное с процессуальной точки зрения требование обеспечения достоверности данных заключается в необходимости приложения к протоколу носителей цифрового видеоизображения (ч. 8 ст. 166 УПК РФ). Одним из направлений обеспечения достоверности полученных данных может быть их онлайн-предоставление по ведомственным телекоммуникационным каналам.

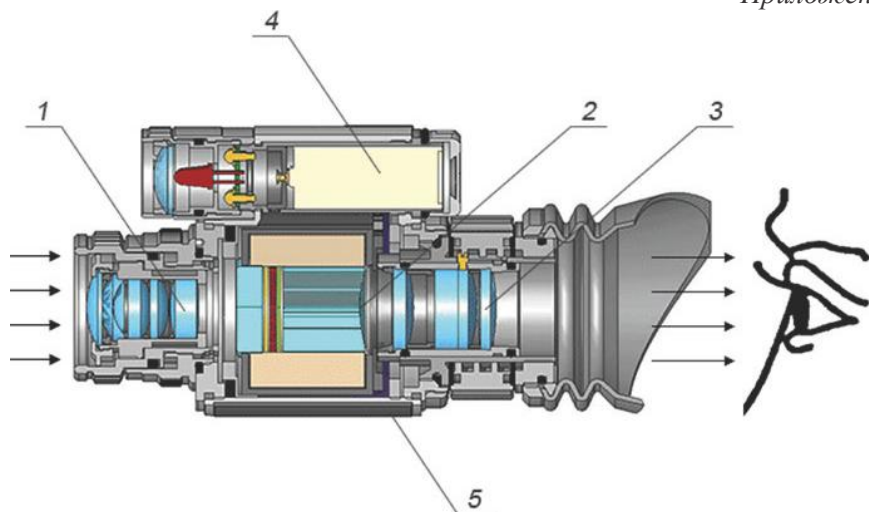
Заключение

Для выявления и фиксации визуальной информации используются различные системы. Результаты применения этих средств могут быть использованы в оперативно-разыскных мероприятиях, в качестве доказательств в административном и уголовном судопроизводстве и являться объектами судебной экспертизы. Эффективность их применения зависит от знания конструктивных особенностей и навыков по практическому применению. Авторы надеются, что данное учебное пособие будет способствовать этому.

Библиографический список

1. Шаронов В. В. Свет и цвет. – М. : Госиздат физ.-мат. литературы, 1961. – 312 с.
2. Кравков С. В. Глаз и его работа. Психофизиология зрения. – М.–Л. : АН СССР, 1950. – 531 с.
3. Орлов В. А., Петров В. И. Приборы наблюдения ночью и при ограниченной видимости. – М. : Воениздат, 1989. – 254 с.
4. Травникова Н. П. Эффективность визуального поиска. – М. : Машиностроение, 1985. – 128 с.
5. Дерибере М. Практическое применение ИК-лучей. – М. : Госэнергоиздат, 1959. – 440 с.
6. Ллойд Дж. Системы тепловидения. – М. : Мир, 1978. – 414 с.
7. Криксунов Л. З. Справочник по основам инфракрасной техники. – М. : Советское радио, 1978. – 400 с.
8. Богомолов П. А., Сидоров В. И., Усольцев И. Ф. Приемные устройства ИК-систем. – М. : Радио и связь, 1987. – 208 с.
9. Круз П., Макглоулин Л., Макквистан Р. Основы ИК-техники. – М. : Воениздат, 1964. – 463 с.
10. Брамсон М. А. ИК-излучение нагретых тел. – М. : Наука, 1965. – 223 с.
11. Сафронов Ю. П., Эльман Р. И. Инфракрасные распознающие устройства. – М. : Воениздат, 1976. – 207 с.
12. Жуков А. Г., Горюнов А. Н., Кальфа А. А. Тепловизионные приборы и их применение. – М. : Радио и связь, 1983. – 168 с.
13. Козелкин В. В., Усольцев И. Ф. Основы инфракрасной техники. – М. : Машиностроение, 1985. – 264 с.
14. Роуз А. Зрение человека и электронное зрение. – М. : Мир, 1977. – 216 с.
15. Смит Р., Джонс Ф., Чесмер Р. Обнаружение и измерение ИК-излучения. – М. : Иностранная литература, 1959. – 466 с.
16. Якушенков Ю. Г. Оптические системы фотоэлектрических устройств. – М. : Машиностроение, 1966. – 276 с.

17. Третьяков Ю. Д., Олейников Н. Н., Можаяев А. П. Основы криогенной технологии. – М. : Машиностроение, 1987. – 287 с.
18. Физическая энциклопедия. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – 704 с.
19. Химическая энциклопедия. – М. : Советская энциклопедия, 1990. – 671 с.
20. Специальная техника органов внутренних дел. Использование средств оперативного наблюдения в борьбе с преступностью : учебное пособие / В. Ю. Алферов, А. Е. Федюнин, Н. М. Перетяцько. – Саратов : СГСЭУ, 2012. – 88 с.ф



Устройство ПНВ: 1 – объектив; 2 – электронно-оптический преобразователь (ЭОП);
3 – блок окуляра; 4 – элементы питания; 5 – корпус



Монокюляры

Простейшие приборы. Наблюдение ведется одним глазом. Широко применяются для туризма, охраны, охоты, проведения спасательных, ремонтных работ, наблюдения за объектами. Могут быть установлены на шлем-маску на голове, тем самым освободив руки для проведения различных работ. Совместно с установленным на оружии лазерным целеуказателем могут быть использованы для прицельной ночной стрельбы. Посредством специального кронштейна некоторые монокюляры могут быть установлены на дневные прицелы, тем самым превратив их в ночные.



Очки

Наблюдение ведется двумя глазами. При увеличении обеспечивают стереоскопический эффект и реальную оценку окружающего пространства. Закрепляются на голове, оставляя руки свободными (с помощью шлем-маски) для выполнения различных работ и операций в ночное время. Применяются при ремонтных и спасательных работах, вождении наземного и воздушного транспорта, стрельбе по целям, подсвечиваемым лазерными излучателями.



Бинокли

Предназначены для наблюдения двумя глазами. В основном используются для наблюдения за объектами, охраны объектов. В отличие от очков ночного видения обеспечивают большую дальность за счет повышенного оптического увеличения, обычно 2X–6X.



Прицелы

Предназначены для наблюдения за объектами и ведения прицельной стрельбы в сумерках и ночных условиях. Обычно это ночные монокуляры, снабженные механизмом крепления на оружие и механизмом выверки, специальной меткой в поле зрения ПНВ, выполняющей роль «мушки». Механизм выверки обеспечивает при пристреливании оружия совмещение точки попадания пули с целью. В связи с большими ударными нагрузками, возникающими при выстреле (500 г и выше), к прицелам предъявляются повышенные требования на ударпрочность.

Прицелы могут быть конструктивно выполнены путем совмещения дневного и ночного прицелов. Это прицелы день–ночь.

В качестве ночных прицелов также используют обычные дневные прицелы путем закрепления на входе или выходе дневного прицела ПНВ (ночные насадки в виде монокуляров).

Для выполнения функции ночных прицелов используют прицельные комплексы, состоящие из очков и лазерного целеуказателя. Лазер излучает в ИК-диапазоне. Он закрепляется на оружии и юстируется таким образом, чтобы оптическая ось лазера и точка попадания пули совпадали. Наблюдатель в очках видит точку лазерного целеуказателя. Прицеливание состоит в наведении этой точки на наблюдаемый объект.

Вместо очков могут быть использованы монокуляры, которые крепятся на шлем-маску

ПНВ с документированием и передачей изображения по ТВ-каналу



Наиболее просто эта задача решается в ПНВ на базе ПЗС-матриц. Электронная система обработки изображения позволяет доступными способами записывать на носители, обрабатывать и передавать посредством ТВ-передатчиков изображение на расстояние, зависящее от мощности ТВ-передатчика и системы ТВ-канала, спутниковой связи и т. д.

В ПНВ на ЭОП изображение с экрана посредством оптических систем, встроенных в окулярную часть, передается на ПЗС-матрицу, обрабатывается электронным способом и передается на жидкокристаллический или светодиодный дисплей. Оно также может передаваться по ТВ-каналу и наблюдаться на расстоянии другими наблюдателями.

Тепловизоры гражданские и военные



1. FLIR THERMACAM P65 (США) – профессиональный тепловизор для промышленного применения.

2. FLIR INFRACAM (США) – легкий и компактный тепловизор, самая недорогая модель фирмы FLIRС.



3. Тепловизионный охотничий прицел «Канюк» Дальность обнаружения лося – 2 км, кабана – 1,6 км.



4. Комбинированное устройство «Гарпия-Сыч». Дальность обнаружения человека – 1 км.

5. Портативный тепловизор «Сыч». Предназначен для круглосуточного поиска и наблюдения объектов в простых и сложных метеоусловиях, а также при запылении и задымлении во время проведения поисково-спасательных работ, выявления очагов возгорания, осуществления контроля заданной территории.

Тепловизор «Сыч-2» может использоваться в трех вариантах: носимый, мобильный (с поворотным устройством и видеомонитором) (а), стационарный (б).



а



б

Основные технические характеристики

Фокусное расстояние объектива, мм	45	100
Тип фотодетектора	Микроболометр	Микроболометр
Дальность обнаружения объекта типа «человек», м	500	1000
Поле зрения, град.	20×15	9×6,75
Спектральный диапазон, мкм	8–12	8–12
Диапазон рабочих температур, °С	– 20 ÷ +45	– 20 ÷ +45
Габаритны, мм	250×110×80	330×110×80
Масса, кг	1,5	2,0

6. Миниатюрный тепловизор «СКОПА». Предназначен для круглосуточного поиска и наблюдения объектов в простых и сложных метеоусловиях, а также при запылении и задымлении во время проведения спасательных работ, выявления очагов возгорания, осуществления контроля территории.



Основные технические характеристики

Спектральный диапазон, мкм	7–12
Температурная чувствительность, °С	0,1
Формат матрицы, пикс	160×120
Фокусное расстояние объектива, мм	35
Угловое поле, град.	9×7
Дальность обнаружения, м:	
человека	500
автомобиля	1025
Дальность распознавания, м:	
человека	350
автомобиля	450
Время непрерывной работы, ч	4,0
Габариты, мм	146×62×30

Учебное пособие

Молянов Алексей Юрьевич,
кандидат технических наук, доцент
Любан Владислав Григорьевич,
кандидат юридических наук
Сермягин Константин Алексеевич,
кандидат юридических наук
Филиппов Сергей Михайлович,
кандидат химических наук

**ПОЛУЧЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ, ПРЕСЕЧЕНИЯ
И РАСКРЫТИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ**



Редактор *Е.М. Васильевых*

Компьютерная верстка *Т. А. Гридчина*

Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя
117997, г. Москва, ул. Академика Волгина, д. 12

Подписано в печать 21.10.2019
Заказ № 1761

Формат 60×84 1/16
Цена договорная

Тираж 69 экз.
Объем 3,71 уч.-изд. л.
5,12 усл. печ. л.
