

МВД России  
Санкт-Петербургский университет

*Ю.А. Грачёв, В.А. Демидов*

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ДОСМОТРА  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Учебное пособие

Под редакцией  
кандидата военных наук доцента В.А. Демидова

Санкт-Петербург  
2017

**УДК 351.74**  
**ББК 67.52**  
**Г78**

**Грачёв Ю.А., Демидов В.А.**

**Г78 Современные способы и техника досмотра транспортных средств:** учебное пособие / под ред. В.А. Демидова. СПб.: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2017. – 112 с.

Материал учебного пособия охватывает часть темы «Поисковая техника, средства контроля и досмотра» особенной части дисциплины «Специальная техника органов внутренних дел», которая формирует знания о современной технике контроля и досмотра. Учебное пособие содержит сведения о новых способах и технических средствах контроля и досмотра, информация о которых не нашла отражения в учебнике «Специальная техника органов внутренних дел. Особенная часть».

Предназначено для курсантов и слушателей, обучающихся по специальностям 40.05.01 – правовое обеспечение национальной безопасности, 40.05.02 – правоохранительная деятельность, 40.05.03 – судебная экспертиза, 38.05.01 – экономическая безопасность, 37.05.02 – психология служебной деятельности, 56.05.04 – управление персоналом, 10.05.05 – безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере. Может быть использовано практическими работниками органов внутренних дел для совершенствования технической подготовки.

УДК 351.74  
ББК 67.52

**Рецензенты:**

**Моисеев Н.А.**, кандидат юридических наук, доцент  
(Белгородский юридический институт МВД России);

**Богатова Е.В.**, кандидат юридических наук  
(Уральский юридический институт МВД России).

© Санкт-Петербургский университет  
МВД России, 2017

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ ДОСМОТРА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ГРУЗОВ В НИХ, ПАССАЖИРОВ И БАГАЖА .....</b>	<b>6</b>
<b>Глава 2. СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ДОСМОТРА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА РУБЕЖАХ .....</b>	<b>11</b>
2.1. Техника досмотра наземного транспорта.....	12
2.1.1. Понятие о рентгеноскопии.....	12
2.1.2. Инспекционно-досмотровые комплексы для досмотра.....	20
железнодорожных вагонов и контейнеров.....	20
2.1.3. Система сканирования днища железнодорожных вагонов ....	24
2.1.4. Железнодорожные радиационные мониторы .....	26
2.1.5. Стационарные инспекционно-досмотровые комплексы .....	29
для досмотра автотранспорта .....	29
2.1.6. Перемещаемые инспекционно-досмотровые комплексы.....	35
2.1.7. Комплексы многоуровневого досмотра .....	41
2.1.8. Комплексы досмотра днища автотранспортных средств .....	48
2.1.9. Автомобильные радиационные мониторы.....	51
2.2. Технические средства досмотра на воздушном транспорте .....	53
2.2.1. Пешеходные автоматизированные комплексы.....	53
радиационного контроля .....	53
2.2.2. Досмотровые томографы.....	55
2.3. Новая техника досмотра физических лиц .....	59
2.3.1. Стационарные рентгеновские сканеры проникающего излучения .....	61
2.3.2. Стационарные рентгеновские сканеры обратно.....	65
рассеянного излучения .....	65
2.3.3. Стационарные установки пассивного сканирования человека в диапазоне миллиметровых волн .....	69
2.3.4. Стационарные установки активного сканирования человека... в диапазоне миллиметровых волн .....	73
2.3.5. Техника досмотра человека путём регистрации его .....	75
инфракрасного излучения .....	75

<b>Глава 3. МОБИЛЬНЫЕ И ПОРТАТИВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДОСМОТРА ТРАНСПОРТА, ГРУЗОВ И ЧЕЛОВЕКА.....</b>	<b>81</b>
3.1. Мобильные инспекционно-досмотровые комплексы .....	81
3.2. Мобильные ИДК многоуровневого комплексного досмотра .....	84
3.3. Мобильные комплексы радиационного контроля.....	86
3.4. Мобильные комплексы досмотра с использованием обратно рассеянных рентгеновских лучей .....	88
3.5. Портативные рентгеновские сканеры обратно рассеянного излучения .....	92
3.6. Портативные системы досмотра днища автотранспорта .....	96
3.7. Мобильные и портативные технические средства досмотра человека.....	99
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>105</b>
<b>Список рекомендуемой литературы.....</b>	<b>107</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Жизнедеятельность современного общества невозможна без использования транспортных средств, которые обеспечивают перевозки грузов и пассажиров, создавая благоприятную для жизни и практической деятельности среду во всех регионах нашего государства. Однако транспорт служит не только во благо общества. Экстремисты разных мастей заинтересованы в использовании особенностей транспортных средств и грузов, перевозимых в них, для скрытной доставки в определённые точки страны боеприпасов, оружия, взрывчатых веществ, взрывных устройств, других необходимых им грузов, а также боевиков и смертников. Кроме того, транспорт используется преступными элементами для перемещения незаконно полученных, похищенных или запрещённых к обороту предметов, материалов и других объектов. Это обстоятельство определяет потребность в создании условий, при которых грузовые и пассажирские перевозки не могли бы использоваться для маскировки преступных действий лиц и организаций, стремящихся нанести ущерб государству и обществу. На это направлено действие Федерального закона от 07.02.2011 № 3-ФЗ «О полиции» (далее — Федеральный закон «О полиции») и Федерального закона от 09.02.2007 № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» (далее — Федеральный закон «О транспортной безопасности»)<sup>1</sup>.

Учебное пособие содержит сведения о новых способах и технических средствах контроля и досмотра, используемых в комплексной системе обеспечения безопасности населения на транспорте, информация о которых не нашла отражения в учебнике «Специальная техника органов внутренних дел. Особенная часть».

---

<sup>1</sup> Здесь и далее нормативно-правовые акты приведены в соответствии с данными официального интернет-портала правовой информации Pravo.gov.ru (дата обращения 10.03.2017).

## **Глава 1. ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ ДОСМОТРА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ГРУЗОВ В НИХ, ПАССАЖИРОВ И БАГАЖА**

В Федеральном законе «О полиции» ч. 5 ст. 12 обязывает полицию обеспечивать безопасность граждан на транспортных магистралях, вокзалах, в аэропортах, морских и речных портах и других общественных местах. А ч. 16 ст. 13 даёт полиции право в порядке, установленном законодательством об административных правонарушениях, осуществлять личный досмотр граждан, досмотр находящихся при них вещей, а также досмотр их транспортных средств при наличии данных о том, что эти граждане имеют при себе оружие, боеприпасы, патроны к оружию, взрывчатые вещества, взрывные устройства, наркотические средства, психотропные вещества или их прекурсоры (прекурсор — вещество, участвующее в реакции, приводящей к образованию целевого вещества), либо ядовитые или радиоактивные вещества; изымать указанные предметы, средства и вещества при отсутствии законных оснований для их ношения или хранения; принимать участие в досмотре пассажиров, их ручной клади и багажа на железнодорожном, водном или воздушном транспорте, метрополитене либо осуществлять такой досмотр самостоятельно в целях изъятия вещей и предметов, запрещенных для перевозки транспортными средствами.

При выполнении перечисленных выше задач полиция на основании ч. 1 и 3 ст. 11 обязана использовать достижения науки и техники, информационные системы, сети связи, а также современную информационно-телекоммуникационную инфраструктуру. При документировании обстоятельств совершения преступлений, административных правонарушений, обстоятельств происшествий, в том числе в общественных местах, а также для фиксирования действий сотрудников полиции, выполняющих возложенные на них обязанности, она использует технические средства, включая средства аудио-, фото- и видеофиксации.

Рассмотренными выше положениями закона полиция обязана руководствоваться и при обеспечении транспортной безопасности (ч. 10 ст. 12.2 Федерального закона «О транспортной безопасности»).

Под транспортной безопасностью понимается состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства.

К объектам транспортной инфраструктуры законодательство относит технологический комплекс, включающий: железнодорожные, автомобильные вокзалы и станции; метрополитены; тоннели, эстакады, мосты; морские терминалы, акватории морских портов; порты, расположенные на внутренних водных путях, судоходные гидротехнические сооружения; искусственные острова, установки, сооружения; аэродромы, аэропорты, объекты систем связи, навигации и управления движением транспортных средств; участки автомобильных дорог, железнодорожных и внутренних водных путей, вертодромы, посадочные площадки, а также иные обеспечивающие функционирование транспортного комплекса здания, сооружения, устройства и оборудование, определяемые Правительством Российской Федерации.

В число транспортных средств закон «О транспортной безопасности» включает: воздушные суда коммерческой гражданской авиации и воздушные суда авиации общего назначения; суда, используемые в целях торгового мореплавания (морские суда) и суда, используемые на внутренних водных путях; железнодорожный подвижной состав; транспортные средства автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта.

Транспортный комплекс объединяет объекты и субъекты транспортной инфраструктуры и транспортные средства.

Обеспечение транспортной безопасности — реализация определяемой государством системы правовых, экономических, организационных и иных мер в сфере транспортного комплекса, соответствующих угрозам совершения актов незаконного вмешательства.

Одной из таких мер, предусмотренных законом «О транспортной безопасности», является проведение досмотра, дополнительного досмотра и повторного досмотра, в ходе которых осуществляются мероприятия по обследованию физических лиц, транспортных средств, грузов, багажа, ручной клади и личных вещей, находящихся у физических лиц. Эти мероприятия направлены на обнаружение оружия, взрывчатых веществ или других устройств, предметов и веществ, в отношении которых установлены запрет или ограничение на перемещение в зону транспортной безопасности, а также на выявление лиц, не имеющих правовых оснований для прохода или проезда в эту зону.

На основании ч. 7 ст. 12.2 закона при проведении досмотра, дополнительного досмотра и повторного досмотра используются рентгенотелевизионные, радиоскопические установки, стационарные, пе-

реносные и ручные металлодетекторы, газоаналитическая и химическая аппаратура, а также другие устройства, обеспечивающие обнаружение оружия, взрывчатых веществ или других устройств, предметов и веществ, в отношении которых установлены запрет или ограничение на перемещение в зону транспортной безопасности или ее часть.

Оснащение объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств инженерно-техническими средствами и системами обеспечения транспортной безопасности с учетом возможности их расширения и создания централизованных распределенных систем осуществляется в рамках выполнения Комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте, утверждённой Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.07.2010 г. № 1285-р (в редакции от 11.12.2013 г.). Программа разработана во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 31.03.2010 г. № 403 «О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте». В настоящее время идёт второй этап реализации программы.

Досмотр, дополнительный досмотр, повторный досмотр, наблюдение и (или) собеседование в целях обеспечения транспортной безопасности проводятся уполномоченными лицами из числа работников подразделений транспортной безопасности.

В случае идентификации в ходе досмотра оружия, боеприпасов, патронов к оружию, взрывчатых веществ или взрывных устройств, ядовитых или радиоактивных веществ при условии отсутствия законных оснований для их ношения или хранения, либо в случае выявления лиц, не имеющих правовых оснований для прохода (проезда) в зону транспортной безопасности или ее часть, силы транспортной безопасности информируют об этом уполномоченные подразделения полиции и Федеральной службы безопасности России (далее – ФСБ России) для принятия мер реагирования в соответствии с их компетенцией.

Выданная техническими средствами информация является для полиции основой для принятия решений и последующих действий. Но чтобы эту информацию можно было использовать, необходимо чётко представлять, каким образом она получена и степень её достоверности. Поскольку большинство технических средств досмотра обнаруживают объекты по косвенным признакам, то полученные сведения надо уметь интерпретировать. Всё это достигается изучением

принципов, на которых основано получение необходимой информации с использованием техники, и усвоением возможностей этой техники.

Перечень технических средств, которые должны использоваться при досмотре в целях обеспечения транспортной безопасности, наиболее подробно разработан для воздушного транспорта и приведён в ГОСТ Р 55219–2012. Воздушный транспорт. Аэропорты. Технические средства досмотра. Общие технические требования (далее – ГОСТ Р 55219–2012). В состав этого перечня входит техника досмотра пассажиров, ручной клади, багажа, автотранспортных средств и грузов (в том числе бортового питания).

К техническим средствам **досмотра пассажиров** в ГОСТ Р 55219–2012 отнесены автоматизированный комплекс радиационного контроля, ручной радиометр-дозиметр, стационарный металлодетектор арочного типа, ручной металлоискатель, активный стационарный обнаружитель оружия и взрывчатых веществ кабинного типа с использованием электромагнитного воздействия на пассажира (радиоили рентгеновского излучения), переносной газоанализатор.

Технические средства **досмотра ручной клади** включают автоматизированный комплекс радиационного контроля, ручной радиометр-дозиметр, одноракурсный рентгено-телевизионный интроскоп, автоматизированную комплексную систему обнаружения взрывчатых веществ, взрывных устройств, оружия и других запрещенных веществ и предметов в ручной клади авиапассажиров в составе установки обнаружения взрывчатых веществ на основе ядерной квадрупольной резонансной спектрометрии (ЯКР-спектрометрии), многоракурсного рентгенотелевизионного интроскопа, установки нейтронно-радиационного анализа; стационарную многоракурсную рентгеновскую установку конвейерного типа для контроля ручной клади авиапассажиров, томографическую систему для контроля ручной клади авиапассажиров, переносной газоанализатор.

При **досмотре багажа** ГОСТ Р 55219–2012 требует использовать автоматизированный комплекс радиационного контроля; автоматизированный аппаратно-программный комплекс контроля багажа авиапассажиров в составе высокоскоростного многоракурсного рентгеновского интроскопа, рентгеновской установки для углубленного досмотра, нейтронно-радиационной установки, установки зондирования быстрыми нейтронами, установки обнаружения взрывчатых веществ на основе ядерной квадрупольной резонансной спектрометрии; авто-

матризованную комплексную высокоскоростную систему контроля багажа авиапассажиров в составе конвейерного высокоскоростного рентгенотелевизионного интроскопа; конвейерной высокопроизводительной нейтронно-радиационной установки с использованием тепловых нейтронов; томографическую систему для досмотра багажа; переносной газоанализатор.

К техническим средствам досмотра автотранспортных средств и грузов, в том числе бортового питания, относятся: стационарный комплекс для обнаружения оружия, радиоактивных веществ и взрывчатых веществ в крупногабаритных автотранспортных средствах и грузах с использованием рентгеновского и нейтронного излучения; комплекс для автоматизированного досмотра днищ автомобильного транспорта.

Особенности использования некоторых из перечисленных в ГОСТ Р 55219–2012 технических средств (металлодетекторов, металлоискателей, рентгенотелевизионных установок, переносных газоанализаторов и некоторых других) изложены в учебнике Санкт-Петербургского университета МВД России «Специальная техника органов внутренних дел. Особенная часть». В данном учебном пособии рассматривается техника, сведения о которой не нашли отражения в учебнике, а также та, в которой реализованы новые функции, или работа которой основана на физических явлениях, не использовавшихся при досмотре ранее.

### ***Контрольные вопросы.***

1. Назовите положения Федерального закона «О полиции», определяющие обязанности полиции при досмотре граждан и транспортных средств.
2. Какими законами руководствуется полиция, участвуя в обеспечении транспортной безопасности?
3. Работники каких подразделений проводят досмотр, дополнительный досмотр и повторный досмотр при обеспечении транспортной безопасности?
4. На основании какого закона применяются технические средства при досмотре в интересах обеспечения транспортной безопасности?
5. Назовите известную вам технику досмотра транспорта и грузов.

## Глава 2. СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ДОСМОТРА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА РУБЕЖАХ

Досмотр транспортных средств, а также перевозимых в них грузов и пассажиров проще всего организовать на рубежах: в морских портах и аэропортах, на железнодорожных и автомобильных станциях, вокзалах, где легче создать необходимые для работы условия.

При досмотре возникает необходимость «заглянуть» в пустоты конструкции транспортного средства, увидеть форму и материал груза, размещённого в нём, обнаружить под одеждой на теле человека — водителя или пассажира этого средства — предметы и вещества, запрещённые к обороту на территории России. Это не является проблемой, когда все материалы являются прозрачными. Но большинство материалов, из которых изготовлены кузова и платформы транспортных средств, а также перевозимые грузы и одежда человека, непрозрачны для электромагнитных волн видимого диапазона (а, следовательно, и для глаза наблюдателя). Поэтому при разработке современной досмотровой техники использованы свойства электромагнитных волн других диапазонов: их способность преодолевать различные укрывающие среды и формировать изображения предметов, находящихся в этих средах.

В этих целях в настоящее время используется большая часть шкалы электромагнитных волн: гамма-, рентгеновское, инфракрасное излучения и радиоволны (рис. 1). При этом изображения объектов, находящихся в укрывающей среде, формируются как активным способом (облучением среды электромагнитными волнами определённого диапазона), так и путём приёма собственного электромагнитного излучения объектов, находящихся в укрывающей среде (пассивным способом).

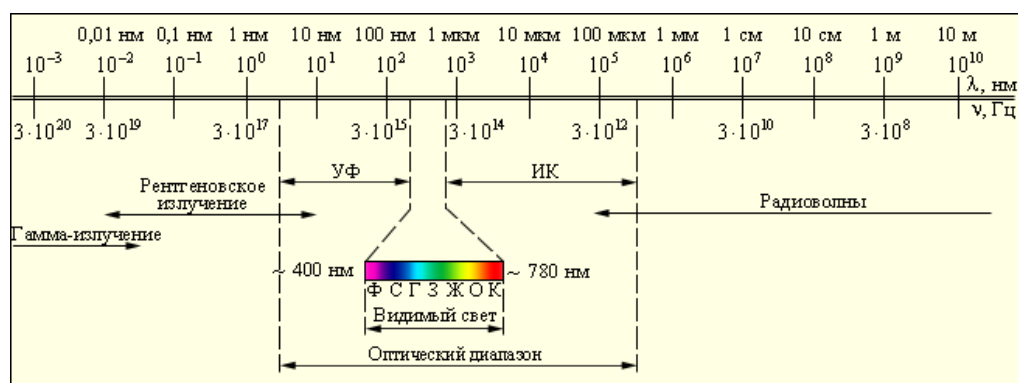


Рис. 1. Шкала электромагнитных волн

## 2.1. Техника досмотра наземного транспорта

### 2.1.1. Понятие о рентгеноскопии

Наиболее широко для визуализации скрытых объектов используется рентгеновское излучение. Оно обладает рядом особенностей, которые позволяют формировать изображения скрытых какими-либо средами предметов. Применяемое при досмотре, оно позволяет реализовать один из наиболее информативных способов получения сведений об объектах, находящихся в укрывающей среде: рентгеноскопическое обследование. Этот способ используется в инспекционно-досмотровых комплексах<sup>2</sup> и рентгентелевизионных установках. Рентгентелевизионные установки имеют и другое название — интроскопы (устройства, обеспечивающие визуальное наблюдение предметов, явлений или процессов в оптически непрозрачных средах). Получение информации при этом основано на особенностях распространения рентгеновских лучей в различных материалах.

Рентгеновские лучи — электромагнитные излучения с длиной волны от  $10^{-9}$  до  $10^{-12}$  м. Они занимают на шкале электромагнитных волн промежуточное положение между ультрафиолетовым и гамма-излучениями. Эти лучи обладают способностью проникать через абсолютное большинство непрозрачных для видимых световых волн веществ. Проникающая способность рентгеновских лучей зависит от длины волны и плотности вещества. Так, например, они легко проникают через слой алюминия толщиной от 5 до 10 см, но эти же лучи в значительной степени ослабляются слоем свинца толщиной 1 см.

Рентгеновские лучи распространяются прямолинейно, в том числе через границу раздела сред с разной плотностью. Они не обладают электрическим зарядом и поэтому не отклоняются под воздействием электромагнитного поля. Направление распространения пучка рентгеновских лучей не может быть изменено с помощью линз или зеркал.

Перечисленные свойства рентгеновских лучей позволяют использовать их для получения теневых изображений предметов, находящихся в обследуемых укрывающих средах. Для визуализации содержимого груза транспортного средства при досмотре использован способ, положенный в основу работы проекционного аппарата (рис. 2). Из рисунка видно, что формирование теневого изображения объ-

---

<sup>2</sup> Далее – ИДК.

екта возможно только тогда, когда объект помещён между источником рентгеновских лучей и приёмником (детектором) этих лучей. Демаскирующими признаками предметов при этом являются форма и плотность тени, зависящая от материала, из которого эти предметы изготовлены. Данные демаскирующие признаки могут отображаться на монохромном экране монитора, позволяя специалисту просматривать полученную визуальную информацию и обнаруживать среди выявленных предметов и веществ незаконные вложения (рис. 3).

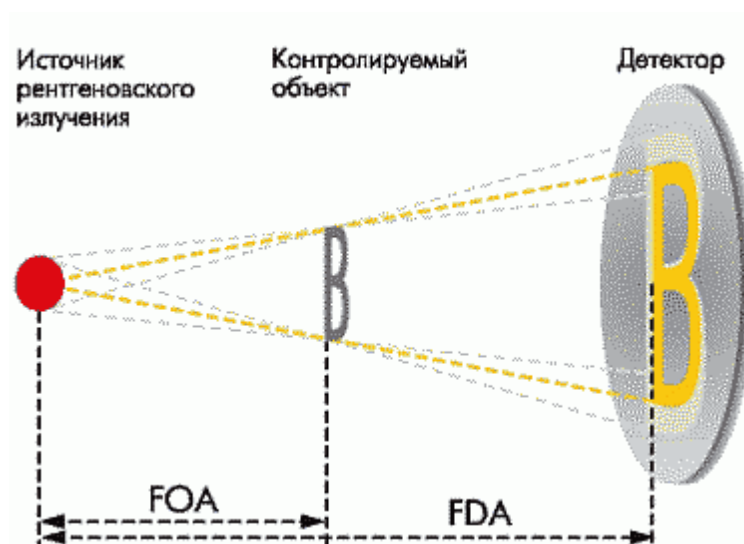


Рис. 2. Принцип получения теневого изображения объекта



Рис. 3. Изображения предметов, находящихся в чемодане и в автомобиле

Реализация рассмотренного способа в рентгенотелевизионных установках и ИДК представлена на рис. 4.

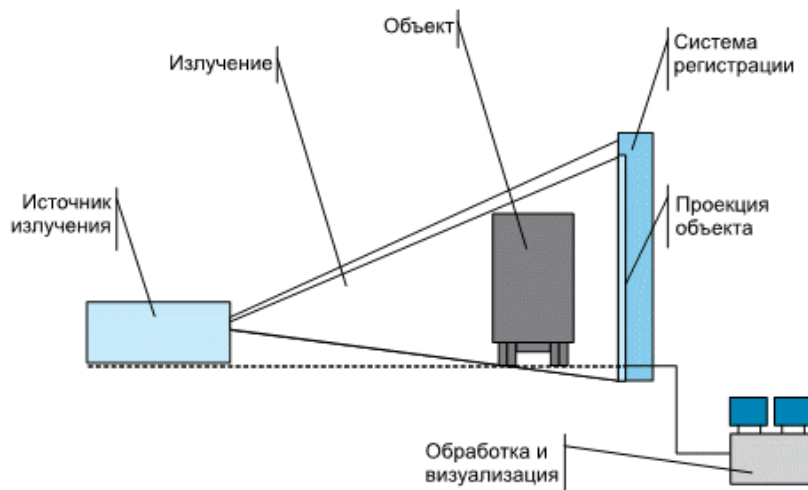


Рис. 4. Элементы рентгентелевизионной установки



Рис. 5. Генераторная и детектирующая части инспекционно-досмотрового комплекса

В ИДК и установках рентгентелевизионного контроля используются мощные генераторы рентгеновского излучения (рис. 5, 6), которое специальным устройством — коллиматором — формируется в виде веерного плоского пучка, перекрывающего створ (пространство) между генератором и детекторной матрицей (детекторная матрица или линейка — устройство для приёма и измерения энергии прошедших через укрывающую среду рентгеновских лучей).

Объект контроля с определённой скоростью пересекает плоскость пучка рентгеновских лучей (рис. 7). Рентгеновские лучи сканируют объект, ослабляются (рассеиваются и поглощаются) предметами из разных материалов, находящимися в нём (причём в разной степени), и попадают на приёмник. Приемником рентгеновских лучей, прошедших через объект (укрывающую среду), является чувстви-

тельный к рентгеновским лучам элемент — детекторная матрица с высокоскоростным процессором.

Обработка получаемого изображения предметов осуществляется компьютером со специальным программным обеспечением. В системе обработки изображений из принятых детекторами лучей, обладающих разной энергией, формируются теневые изображения предметов, через которые прошли эти лучи. Полученные изображения выводятся на экран монитора.

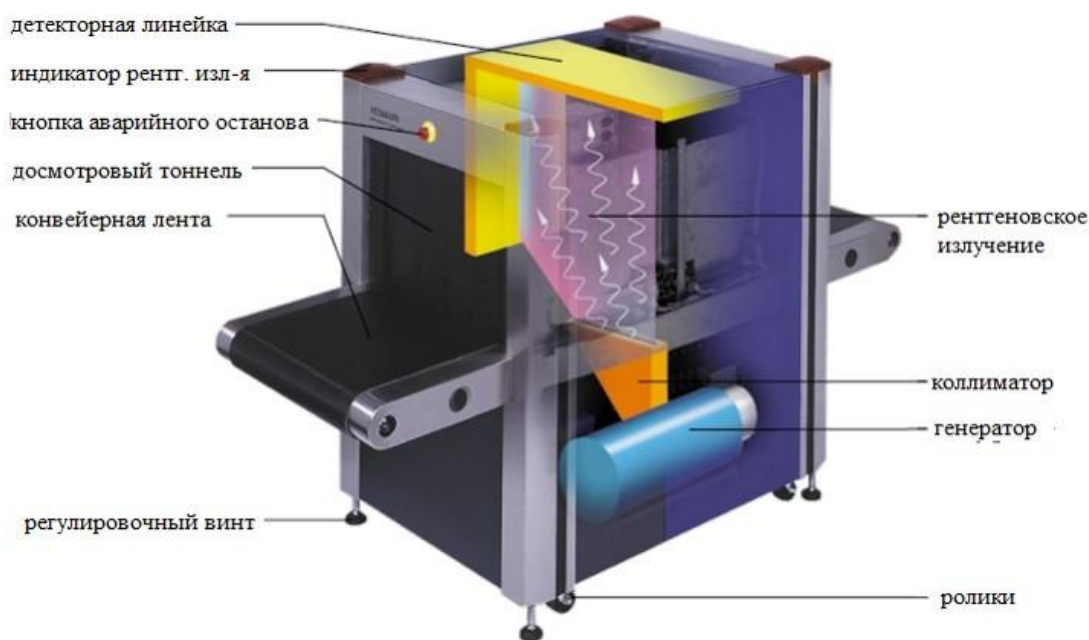


Рис. 6. Устройство рентгенотелевизионной установки

Поскольку рентгеновское излучение оказывает вредное влияние на здоровье человека и окружающую среду (подобно гамма-излучению), то в конструкции этих установок и в правилах их эксплуатации предусматриваются защитные меры. В частности, средства отображения получаемой информации (монохромные или цветные мониторы) выносятся в безопасную зону.

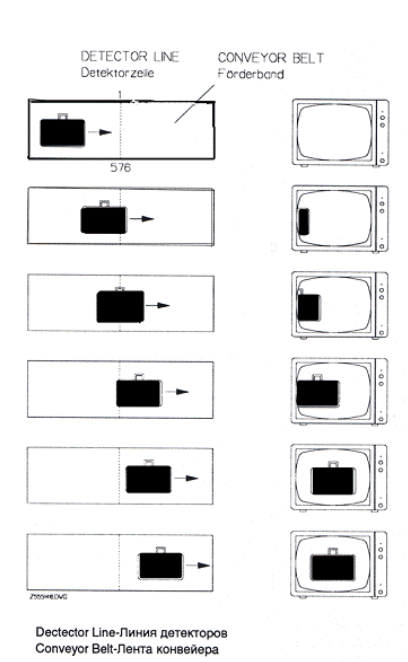


Рис. 7. Принцип сканирования исследуемой укрывающей среды

Для повышения достоверности обследования объектов и получения их изображений в разных ракурсах (проекциях) используют установки с двумя генераторами (рис. 8). Генераторы располагаются таким образом, чтобы можно было получить наиболее полную информацию о форме предмета при любой ориентации этого предмета в пространстве. Получаемые изображения выводятся на два разных экрана.



Рис. 8. Двухракурсная рентгенотелевизионная установка

ИДК и рентгенотелевизионные установки позволяют обследовать объекты и укрывающие среды только при наличии двухстороннего доступа к ним (в проходящих лучах).

В настоящее время появились рентгеновские системы, позволяющие одновременно получать теневые изображения предметов и

определять химический состав материала, из которого они изготовлены. Такие системы дают возможность классифицировать предметы на основании среднего значения атомного номера материала. В них используются цветные мониторы, на экранах которых изображения объектов, состоящих из разных веществ, отображаются различными цветами (таблица 1).

Таблица 1

**Цвета отображения объектов в зависимости от содержащихся в них материалов**

Тип материала	Атомное число	Изображение в 3 цвета	Изображение в 6 цветов	Пример	Возможная угроза
Органика	0–8	Оранжевый	Коричневый	Дерево, масло	Взрывчатые вещества
Органика с низкой плотностью	8–10	Оранжевый	Оранжевый	Бумага, алкоголь	Наркотики
Органика с высокой плотностью	10–12	Зеленый	Желтый	Стекло	Драгоценности
Легкие металлы	12–17	Зеленый	Зеленый	Алюминий, кремний	Порох, детонаторы
Тяжелые металлы	17–29	Синий	Синий	Железо, сталь	Оружие, боеприпасы, ножи
Плотные металлы	29+	Синий	Фиолетовый	Золото, серебро	Контрабанда
Непроницаемые	–	Черный	Черный	Свинец	Маскировка опасного объекта

Например, органические материалы могут отображаться оранжевым цветом, а неорганические — синим. Очень плотные объекты получаются зелеными. В таких рентгеновских системах облегчается идентификация искомых объектов: оружие на экране дисплея окрашивается ярко-зеленым цветом, пластиковая взрывчатка — оранжевым, а самодельные бомбы, содержащие хлориды и сахар, выглядят зелеными.

Компания Astrophysics создала серию установок XIS, обладающих уникальной возможностью создавать изображение обнаруживаемых объектов в цветовой гамме из шести цветов.

Программное обеспечение этих установок разделяет объекты по цветам, в зависимости от их атомного числа, создавая возможность оператору выявлять угрозы. В отличие от обычной цветовой палитры из трех цветов, применение шести цветов позволяет с большей вероятностью распознавать опасные объекты и материалы, значительно увеличивая эффективность досмотра (рис. 9).



Рис. 9. Выделение объектов из разных материалов различным цветом

Применение шести цветов повышает достоверность обнаружения при досмотре взрывчатых веществ, наркотиков, алкоголя, оружия, драгоценных камней и других предметов.

### ***Основные характеристики инспекционно-досмотровых комплексов и рентгентелевизионных установок***

Возможность использования ИДК и рентгентелевизионных установок для досмотра различных объектов определяется их характеристиками. Из большого набора различных характеристик существенное значение имеют только те из них, которые позволяют получить представление о возможностях этих технических средств по обнаружению различных объектов в разных укрывающих средах.

Досмотр с использованием ИДК и рентгентелевизионных установок осуществляется методом сканирования. По этой причине важной характеристикой является допустимая скорость взаимного перемещения объекта контроля и досмотровой техники. Она измеряется в км/ч или м/с. От этой скорости зависит время обследования объекта, а значит, и пропускная способность.

Пропускная способность комплекса или установки показывает количество объектов, которое может быть досмотрено за единицу времени. Обычно этот показатель задаётся числом объектов с определёнными параметрами, которое может быть обследовано за 1 ч.

Ещё одной важной характеристикой является проникающая способность рентгеновского излучения, создаваемого ИДК или рентгенотелевизионной установкой. Она задаётся толщиной стального листа в мм, которая преодолевается рентгеновскими лучами. Суммарная толщина стальных или эквивалентных им преград из других материалов на пути лучей при досмотре не должна превышать эту величину. В ином случае образуется непросматриваемая теневая зона, для досмотра которой потребуется разгрузка транспортного средства.

Весьма существенной характеристикой является разрешающая способность комплекса или установки. Она показывает возможность обнаружения в досматриваемом объекте мелких деталей. В качестве меры разрешающей способности используется минимальная толщина медной или стальной проволоки в мм, которую может обнаружить оператор установки на экране монитора.

Степень безопасности комплекса или установки для человека и окружающей среды зависит от дозы ионизирующих излучений, которую может получить человек — оператор — при одном цикле досмотра. Она измеряется в единицах эквивалентной поглощённой дозы ионизирующего излучения – микрозивертах (мкЗв).

Другие показатели ИДК и рентгенотелевизионных установок являются важными, но они или обеспечивают получение рассмотренных характеристик, или не оказывают влияния на безопасность и информативность досмотра.

Создание ИДК вызвано потребностью в технике, которая позволяла бы получать информацию о любом объекте, находящемся в наземном транспортном средстве: в грузовом железнодорожном вагоне, контейнере, большегрузном автомобиле и другом крупногабаритном объекте без его разгрузки. Решить эту задачу иным способом пока невозможно.

ИДК представляют собой комплекс технических средств, использующих проникающее ионизирующее излучение для получения изображения и анализа содержимого транспортных средств и крупногабаритных грузов.

Существующие в настоящее время ИДК по степени мобильности можно разделить на три группы: стационарные, перемещаемые и мобильные.

Стационарные комплексы отличаются тем, что эксплуатируются постоянно на одном рубеже, размещаются, как правило, в капитальных сооружениях и позволяют получать достоверную информацию как о транспортных средствах, так и обо всех перевозимых этими средствами грузах.

Виды транспортных средств, которые могут досматриваться с использованием комплексов, позволяют разделить эти комплексы на две группы:

- ИДК для досмотра железнодорожных вагонов;
- ИДК для досмотра автомобильного транспорта.

Реалии грузоперевозок различных стран показали, что наиболее приемлемыми местами строительства стационарных ИДК являются территории крупных морских портов, аэропортов, пограничных автомобильных и железнодорожных пунктов пропуска.

### ***2.1.2. Инспекционно-досмотровые комплексы для досмотра железнодорожных вагонов и контейнеров***

Конструктивное исполнение ИДК для досмотра железнодорожных вагонов и контейнеров может быть различным (рис. 10, 11). Отличаются такие комплексы и основными характеристиками.

ИДК отечественного производства СТ-2630Т может эксплуатироваться практически в любых регионах Российской Федерации. Его оборудование, рассчитанное на функционирование в условиях отапливаемых помещений, сохраняет работоспособность при температурах от +5 до +45 °С, а располагаемое вне помещений, работает в диапазоне температур от –45 до +50 °С. Комплекс может осуществлять досмотр 24 часа в сутки и обследовать объекты шириной 4,48 м и высотой 5,3 м. При этом длина объекта не ограничивается.

Железнодорожный состав при досмотре перемещается через створ комплекса на скорости не более 70 км/ч. Проникающая способность рентгеновских лучей в стали при этом может достигать 350 мм, что позволяет идентифицировать большинство объектов, перевозимых в вагонах или контейнерах (рис. 12). Разрешающая способность комплекса даёт возможность обнаруживать в грузе стальную проволоку толщиной 1 мм.



Рис. 10. ИДК СТ-2630Т

Комплекс автоматически распознаёт материалы, плотность которых находится в пределах от 5 до 140 г/см<sup>3</sup>. Максимальная доза ионизирующих излучений, получаемая досматриваемым объектом за время проведения обследования, не превышает 40 мкЗв. Оператор, постоянно работающий в комплексе, в течение года может накопить дозу, не превышающую 1 мЗв, что значительно меньше величины, установленной законодательством (20 мЗв). Вокруг ИДК ограждается зона опасного излучения размерами 50 x 40 м, за пределами которой комплекс не оказывает вредного влияния ни на человека, ни на природу.



Рис. 11. ИДК Rapiscan Eagle R60

ИДК Rapiscan Eagle R60, производителем которого является американская фирма Rapiscan, помимо оборудования рентгеноскопии имеет в своём составе систему контроля и управления сканирование, пост обработки изображений (рис. 13) и удалённые посты контроля (рис. 14), предназначенные для анализа полученных при досмотре

изображений досматриваемых объектов. Комплекс предназначен для сканирования всех типов железнодорожных грузов, находящихся в вагонах, грузовых контейнерах, двухъярусных контейнерах и двух 20-футовых контейнерах, погруженных на 40-футовые железнодорожные платформы (фут равен 305 мм). Максимальные размеры досматриваемого объекта могут достигать по ширине 2,5 м, по высоте 3,4 м и по длине — 12 м.

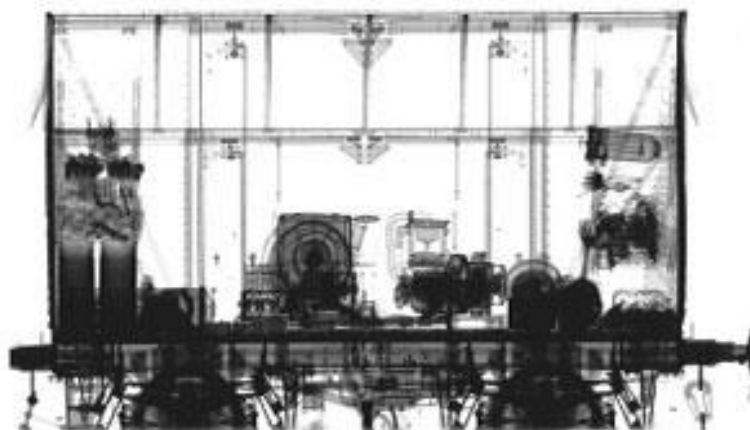


Рис. 12. Рентгеновское изображение конструкции железнодорожного вагона и грузов в нём

Сканирование грузов осуществляется на скорости от 2 до 15 км/ч. Проникающая способность в стальном листе при этом достигает 310 мм. Комплекс позволяет обнаруживать среди других предметов стальную проволоку толщиной 2 мм.

Для эксплуатации комплекса ограждается зона опасного излучения размером 50 x 40 м. Мощность дозы облучения в рабочей зоне не превышает 1 мкЗв/ч, а на рабочих местах специалистов — 0,5 мкЗв/ч. Груз за время досмотра получает дозу 20 мкЗв.

В комплексе обеспечивается безопасное сканирование: система защиты Eagle следит за тем, чтобы обследовались только грузовые вагоны или платформы с контейнерами, имеющие RFID-метку (метку радиочастотной идентификации).

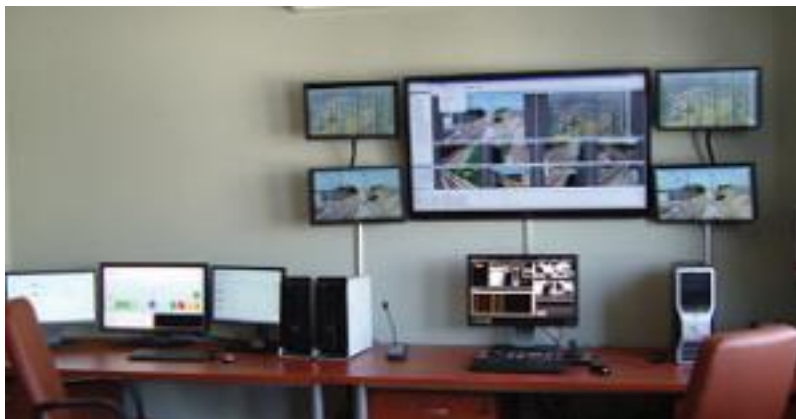


Рис. 13. Пост обработки изображений комплекса Rapiscan Eagle R60



Рис. 14. Удалённый пост контроля комплекса Rapiscan Eagle R60

Изображение содержимого каждого вагона сохраняется в отдельном файле и направляется на ближайший пост контроля для изучения и анализа.

Система контроля в комплексе Eagle построена таким образом, что позволяет осуществлять проверку соответствия содержимого грузов в вагонах содержанию грузовой документации. Это даёт возможность быстро выявлять незаконно перемещаемые объекты, в том числе оружие, взрывчатые вещества и взрывные устройства, наркотики и т.п. Кроме того, в состав ИДК могут включаться элементы для обнаружения радиоактивных веществ, а также технология выделения разных материалов различными цветами, что облегчает обнаружение объектов, запрещённых для оборота.

Выделение различных предметов соответствующими им цветами значительно повышает информативность процесса досмотра и уменьшает вероятность принятия ошибочных решений о степени опасности тех или иных объектов, выявленных при досмотре.

Модифицированный комплекс Eagle R60 HS обладает более высокой пропускной способностью и предназначен для автоматического досмотра грузов, перевозимых на железнодорожном транспорте. Его отличительной особенностью является высокая степень автоматизации сканирования, которая позволяет выполнять досмотр транспортных средств при их прохождении через портал на скоростях до 60 км/ч.

Общей особенностью рассмотренных ИДК является охват контролем вагона и груза выше днища. Днище железнодорожных вагонов и платформ, а также их тележки остаются необследованными. Решение этой задачи возлагается на специально разработанные технические средства.

### ***2.1.3. Система сканирования днища железнодорожных вагонов***

ИДК формируют изображение досматриваемого вагона начиная с некоторого расстояния от рельсов, которое может находиться в пределах от 50 см до 1 м (в зависимости от диаметра колёс). Для гарантированного обследования всего вагона необходимо производить досмотр днища и колёсных пар с использованием технических средств. Современные технические средства являются основой созданной для обследования подвижного состава системы досмотра днищ UVSS (рис. 15, 16).



Рис.15. Внешний вид досмотрового блока системы UVSS (слева) и её блока управления

Такие системы могут применяться на подъездах к железнодорожным вокзалам, рубежам, на которых установлены ИДК, на выездах из таможенных и грузовых терминалов, а также из других важных объектов. С использованием оборудования системы могут быть созданы передвижные пункты контроля в любой точке железных дорог.

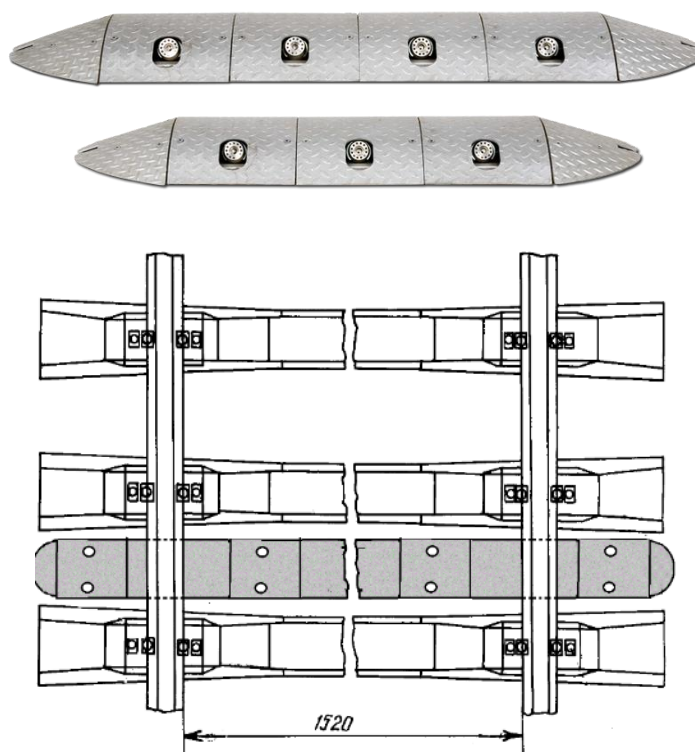


Рис. 16. Досмотровый блок системы UVSS (вверху) и его размещение на железнодорожном полотне

Система состоит из досмотрового блока и блока управления, соединённых кабелем длиной 20 м. Основными элементами досмотрового блока являются цветные телекамеры. Досмотр может проводиться путём просмотра полученных изображений в режиме реального времени или после завершения обследования (изучается записанная информация). Для досмотра в режиме реального времени скорость движения транспортного средства не должна превышать 5 км/ч, а для видеозаписи с последующим просмотром — 15 км/ч.

Обследование может производиться в любое время суток. Для подсветки днища вагонов используется особая конфигурация белых светодиодов, обеспечивающая точную передачу цвета в любое время суток. При проезде железнодорожного вагона над досмотровым блоком телекамеры формируют цветное изображение днища вагона и выдают его на два монитора высокого разрешения блока управления

(рис. 17). Угол обзора системы составляет  $180^\circ$ . Полученная информация может передаваться по беспроводной линии в пункт обработки.

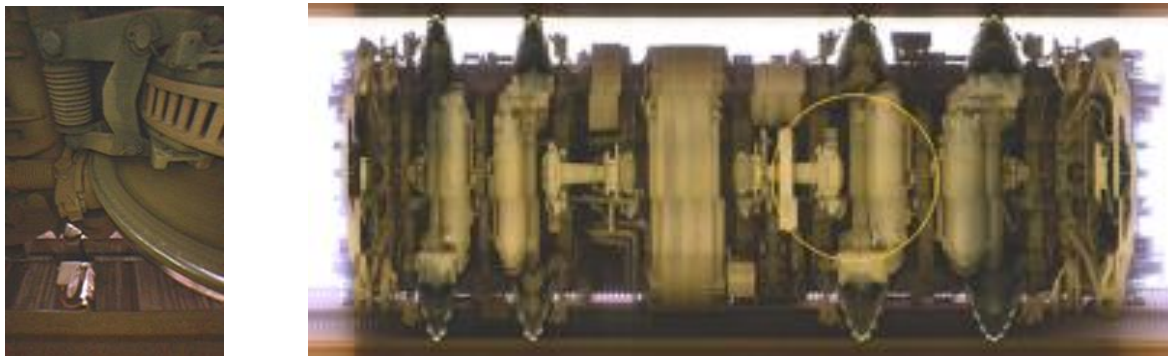


Рис. 17. Изображения колёсных тележек и днища подвижного состава, полученные с использованием системы UVSS

Электропитание системы осуществляется от сети переменного тока 220 В через преобразователь. Резервным источником электропитания является аккумуляторная батарея с напряжением 24 В.

Сочетание ИДК и системы досмотра днища локомотивов и железнодорожных вагонов способно обеспечить достаточно полный контроль за безопасным использованием железнодорожного транспорта для перевозки грузов и пассажиров.

#### ***2.1.4. Железнодорожные радиационные мониторы***

Радиоактивные вещества представляют большую опасность для населения при неконтрольном распространении. Практика показывает, что они могут оказаться в грузе металлолома, а в тех случаях, когда их похищают для продажи — в любых перевозимых предметах. В целях обнаружения радиоактивных веществ, находящихся в грузах, перевозимых железнодорожным транспортом, могут использоваться устройства, входящие в состав ИДК. А на тех рубежах, где ИДК нет, используются специальные радиационные мониторы — один из видов оборудования радиационного контроля. Они представляют собой устройства, предназначенные для регистрации гамма- или нейтронного излучения, являющегося прямым признаком наличия ядерных материалов или радиоактивных веществ в контролируемом объекте.

Регистрация и анализ ионизирующих излучений мониторами осуществляются путём сравнения уровня контролируемого излучения

объекта с уровнем фонового излучения в месте установки монитора. При этом измерения численного значения уровня излучения не проводятся.

Обнаружение монитором ядерных материалов и радиоактивных веществ фиксируется в форме сигналов, свидетельствующих о том, что уровень ионизирующих излучений контролируемого объекта превышает пороговый уровень радиационного фона в точке контроля.

Определение типа материала — источника ионизирующих излучений и его количества в задачи контроля не входит.

Радиационные мониторы должны отвечать следующим требованиям:

- иметь высокую чувствительность к ионизирующим излучениям;
- обеспечивать оперативность измерения и анализа;
- быть простыми в эксплуатации;
- обеспечивать наглядное отображение результата.

Сами радиационные мониторы источников ионизирующих излучений в своём составе не имеют.



Рис. 18. Варианты конструктивного исполнения радиационных мониторов

Радиационные мониторы имеют различную конструкцию (рис. 18) и используются при досмотре железнодорожного транспорта на пограничных контрольно-пропускных пунктах, пунктах приема и переработки металлолома, вторичного сырья, промышленных и бытовых отходов и на других рубежах, где возможно появление радиоактивных веществ.

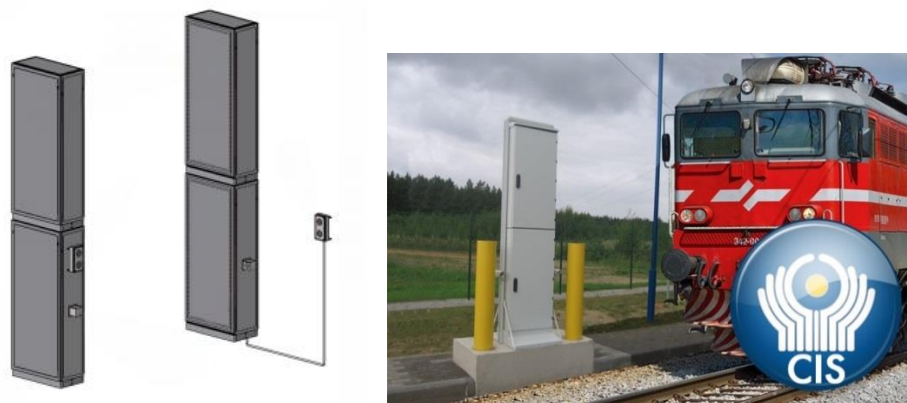


Рис. 19. Измерительные колонны радиационных мониторов «Рубеж» (слева) и РМ-5000А

В состав монитора «Рубеж» входят (рис. 19):

- измерительные колонны;
- блоки детектирования гамма-излучения;
- блоки детектирования нейтронного излучения;
- система, контролирующая нахождение транспортного средства в зоне действия монитора (инфракрасные или ультразвуковые датчики);
- система индикации обнаружения ионизирующих излучений (световые и звуковые индикаторы на измерительных колоннах и в выносном блоке);
- электронный блок управления.

Монитор обладает следующими характеристиками:

- размер контролируемой зоны:    высота – 4 м, ширина – 6,2 м;
- режим работы:                            непрерывный, автоматический;
- допустимая скорость проезда состава:    25 км/ч;
- порог обнаружения ядерных материалов:

урана	1000 г;
плутония	400 г;

- частота ложных срабатываний:            одно на 10 000 измерений;
- электропитание:                            сеть переменного тока 220 В;
- потребляемая мощность                    900 Вт;
- диапазон рабочих температур:            от –50 до +55 °С.

Использование радиационных мониторов на железнодорожном транспорте предотвращает бесконтрольное распространение по территории страны ядерных материалов и радиоактивных веществ, представляющих опасность для жизни и здоровья населения.

### ***2.1.5. Стационарные инспекционно-досмотровые комплексы для досмотра автотранспорта***

Стационарные ИДК для досмотра автотранспорта размещаются в зданиях специальной конструкции, в которых имеется досмотровый тоннель, необходимое оборудование, а также требуемые для работы и обеспечения безопасности специалистов помещения (рис. 20). В таких комплексах, как правило, проводится досмотр большегрузных автотранспортных средств. Досмотровый тоннель стационарного ИДК окружен бетонными стенами, которые рассеивают и поглощают энергию рентгеновского излучения, обеспечивая безопасность объектов, находящихся за пределами сооружения.

В тоннеле находятся один или два линейных ускорителя, которые создают веерообразные плоские пучки рентгеновских лучей, направленные на детекторные линейки, расположенные за досматриваемым объектом. В плоскости расположения источников излучения и линеек детекторов стены тоннеля имеют толщину до 1,5 м и изготовлены из железобетона.



Рис. 20. Размещение оборудования стационарного ИДК для досмотра автотранспорта

Для въезда и выезда автотранспортных средств тоннель имеет ворота. Материалом ворот является железобетон или сталь. Ворота открываются путем отката и на стыке имеют специальные профильные «замки» для исключения утечки излучения за пределы здания во время работы линейных ускорителей (генераторов рентгеновского излучения).

Для контроля процесса досмотра и обеспечения безопасности тоннель оборудован телекамерами, изображения от которых выводятся на мониторы, установленные в помещении операторов. Процессом

досмотра объекта управляет старший оператор со своего рабочего места. Он открывает и закрывает ворота, включает и выключает линейные ускорители, управляет перемещением объекта досмотра.

Досматриваемое транспортное средство перемещается по тоннелю конвейерной системой со скоростью 0,4 м/с (рис. 21). При этом его вес вместе с грузом не должен превышать 60 т. В процессе перемещения осуществляется сканирование как транспортного средства, так и груза, находящегося в нём.

В ИДК проводится сканирование документов на груз, содержание которых отображается на экране монитора оператора комплекса. Располагая рентгеновскими изображениями транспортного средства и груза, оператор анализирует соответствие предъявленных документов реальному содержимому досматриваемого объекта.



Рис. 21. Досмотровый тоннель стационарного ИДК

Анализ полученной при досмотре информации требует до 15 минут в зависимости от вида груза и опыта работы оператора. Оператор, используя аппаратуру обработки изображения, может:

- выбирать любой фрагмент вертикальной или горизонтальной проекции теневого изображения объекта и увеличивать его в 2 или 4 раза;
- выделять контуры полученных изображений;
- представлять изображение в виде негатива;
- выделять предметы из различных материалов разными цветами;

– определять координаты и линейные размеры предметов, вызывающих оперативный интерес, для облегчения их поиска при последующем физическом досмотре объекта;

– сохранять изображение досматриваемого объекта в памяти, записывать его на носители, а также получать его распечатку.

Результаты досмотра и анализа рентгеновского изображения выводятся на печать. Распечатки со специальными маркерами, указывающими на точное местоположение подозрительных предметов, могут использоваться для облегчения поиска данных предметов при ручном досмотре. Транспортные средства, в изображениях которых выявлены признаки возможных нарушений законодательства, направляются в специальный бокс для разгрузки и ручного досмотра.

Особенности стационарных ИДК можно уяснить, рассмотрев основные характеристики и возможности комплекса HCVS 9000 (рис. 20).

Стационарные ИДК HCVS серии 9000 (рис. 22) разработаны для досмотра автотранспорта в морских портах, аэропортах, на пограничных пунктах пропуска и в других точках с интенсивными грузоперевозками. Оборудование комплекса создаёт рентгеновские лучи с проникающей способностью, равной 410 мм (в стальном листе). ИДК располагается в здании с бетонными стенами и специальными воротами, обеспечивающими радиационную защиту окружающего комплекс пространства. Доза ионизирующих излучений, которую поглощает досматриваемый объект в процессе обследования, не превышает 64 мкЗв. В комплексе оптимизированы процедуры досмотра автомобилей (включая кабину водителя) и грузовых контейнеров в интересах обнаружения опасных и запрещенных к провозу предметов, таких как взрывчатые и наркотические вещества, оружие и контрабанда. Оптимизация процедур позволила не только обеспечить высокую вероятность обнаружения предметов, материалов и веществ, запрещённых к провозу, но и сократить время проведения досмотра, что, в свою очередь, увеличило пропускную способность комплекса.

Система формирования изображений досматриваемого транспортного средства и груза обладает высокой производительностью, обеспечивая оператора комплекса детальными картинками содержимого контейнера или автомобиля и позволяя быстро, с малой вероятностью ошибок обнаруживать запрещенные предметы, находящиеся внутри.



Рис. 22. Здание стационарного ИДК НCVS 9000

Технология viZual, которая внедрена в ИДК, даёт возможность разделять на изображении материалы органического и неорганического происхождения, основываясь на эффективном атомном номере вещества.

Комплекс способен обнаруживать гамма- и (или) нейтронное излучение от ядерных делящихся материалов и радиоактивных веществ при включении в его состав средств автоматического детектирования ионизирующих излучений (радиационного монитора).

Оборудование комплекса обеспечивает обследование транспортного средства под двумя ракурсами и формирование двух изображений досматриваемого объекта: вид сверху и вид сбоку. Данное обстоятельство даёт в руки оператора инструмент для определения формы наблюдаемых предметов при произвольной ориентации их в пространстве и существенно облегчает ему обнаружение и определение местоположения подозрительных объектов. Данная информация используется для обнаружения и исследования этих объектов при ручном досмотре, что в значительной степени сокращает время его проведения.

Некоторые технические характеристики комплекса представлены в таблице 2.

## Технические характеристики НСВС 9000

<b>Общие характеристики</b>	
Принцип сканирования	Контейнеры или автомобили транспортируются конвейером через створ неподвижной сканирующей системы
Пропускная способность	23 машины в час
Персонал (минимум)	Системный оператор, оператор анализа изображения, и оператор регистрации
Рабочая температура	От – 40 до +50 °С
Относительная влажность	до 100 %
Потребление электроэнергии	Минимум 135 кВА
<b>Компьютерная система</b>	
Рабочая станция анализа изображений (RIW)	3 терминала с ЖК-мониторами 22"
Инструменты анализа изображений	Увеличение контраста, выделение контуров, фильтры, метки и пояснительные надписи, измерение объектов, сравнение с ранее сохраненными изображениями, конвертация изображения в стандартные форматы.
Архивация данных	Устройство записи DVD дисков
Станция контроля и управления (CMW)	Терминал с ЖК-монитором 22"
Рабочая станция регистрации (CIW)	Станция для сканирования документов и ввода регистрационных данных
Принтер	Цветной лазерный принтер
<b>Радиационная безопасность</b>	
Размер санитарной зоны	17 x 47 м
Контроль и наблюдение	Система видеонаблюдения (6 телекамер)
Сигнализация	Трехцветные индикаторные лампы, сирены

Соответствие нормам	Соответствует НРБ-99/2009 (СанПиН 2.6.1.2523-09)
<b>Дозы облучения</b>	
Доза облучения на границе зоны ограниченного доступа	Менее 1 мЗв/год; менее 0,5 мкЗв/час
Доза облучения в помещении операторов	Менее 1 мЗв/год; менее 0,5 мкЗв/час
<b>Досматриваемые автомобили/контейнеры</b>	
Максимальные габариты	4,7 x 3,5 x 20 м
Максимальная масса	60 т
<b>Дополнительные возможности (по желанию заказчика)</b>	
ARD <sup>tm</sup>	Автоматическое обнаружение радиоактивных веществ (по гамма-излучению)
ARDn	Автоматическое обнаружение радиоактивных веществ и ядерных материалов (по гамма- и нейтронному излучению)
Рабочая станция техобслуживания (RMW)	Станция для дистанционного техобслуживания
Рабочая станция обучения (TS)	Встроенная система обучения операторов

Стационарные ИДК являются дорогостоящими сооружениями и строятся только на рубежах с круглогодичными интенсивными транспортными потоками. В остальных случаях для досмотра автотранспорта используются более простые и дешёвые перемещаемые ИДК.

### *2.1.6. Перемещаемые инспекционно-досмотровые комплексы*

Перемещаемые ИДК имеют конструкцию, позволяющую достаточно быстро (в течение нескольких дней) разбирать их, перемещать на автотранспорте и собирать на новом месте эксплуатации.

Проникающая способность рентгеновских лучей таких комплексов позволяет визуализировать при досмотре до 85 % видов товаров, досмотр которых обеспечивается стационарными ИДК.

Типичным представителем перемещаемых ИДК является Rapiscan Eagle P45 (Eagle P45).

Комплекс Eagle P45 предназначен для досмотра автотранспортных средств и грузов в них, проверки соответствия документов на грузы их реальному содержанию и обнаружения среди товаров запрещенных к обороту предметов: взрывчатых веществ, оружия и наркотиков. В его состав могут включаться элементы, позволяющие выявлять в досматриваемом объекте ядерные материалы и радиоактивные вещества. Степень детализации бесконтактного обследования транспортного средства путём построения высококачественных рентгеновских изображений с использованием специальной компьютерной программы позволяет принимать обоснованные решения о необходимости последующего ручного досмотра.

Eagle P45 (рис. 23, 24) представляет собой порталный рентгеновский комплекс, включающий несколько основных элементов:

- средства построения изображения, к которым относятся рентгеновский генератор с линейным ускорителем, приёмник рентгеновских лучей (детекторная матрица), компьютерное аппаратное и программное обеспечение;

- порталную конструкцию, на которой монтируются рентгеновский генератор и детекторная матрица;

- оборудованный в контейнере пост обработки изображений, в котором размещаются соответствующие должностные лица, а также необходимое аппаратное, программное обеспечение и другое оборудование;

- пост регистрации автотранспортных средств, размещённый в другом контейнере;

- систему контроля и управления движением, обеспечивающую непрерывность потока транспортных средств через портал при соблюдении требований к безопасности;

– цементные стены вокруг портала (поставляются дополнительно), которые обеспечивают радиационную защиту в случае нехватки места для создания санитарной зоны вокруг комплекса.

Конструкция Eagle P45 предусматривает возможность перемещения комплекса путём разборки портала и перевозки его и контейнеров на грузовых автомобилях. Сборка элементов на новом месте не занимает много времени. В случае необходимости, электропитание комплекса может быть обеспечено от генератора, который входит в его состав.



Рис. 23. Перемещаемый ИДК Eagle P45



Рис. 24. Сканирование грузовика

Сканирование грузовиков комплексом Eagle P45 производится по мере проезда автомобиля через портал между рентгеновским генератором и детекторной матрицей, как показано на рис. 5 и 24. Верный пучок рентгеновских лучей ориентирован таким образом, чтобы охватывать всю зону автопоезда от мостов ходовой части до крыши грузовика или контейнера.

Полученное изображение транспортного средства и груза передается в расположенный поблизости пункт обработки изображений для анализа оператором. Пропускную способность системы можно повысить, разместив в этом пункте несколько операторов для обслуживания потока транспортных средств.

Компьютерная система Eagle P45 используется для управления комплексом, получения рентгеновского изображения, отображения, обработки, хранения и извлечения изображений из базы данных. Она включает рабочие станции Windows PC, на которых установлена разработанная фирмой Rapiscan специальная программа. Рентгеновское изображение досматриваемого объекта, кнопки управления интерфейса пользователя и документы на груз выводятся на плоский экран цветного монитора высокого разрешения. В программе предусмотрен большой набор средств обработки изображения, включающий регу-

лировку яркости и контрастности изображения или его фрагмента, их уменьшение или увеличение, разделение контуров и др. Заинтересовавшая оператора зона на изображении может быть выделена и аннотирована, чтобы можно было вернуться к ней впоследствии.

В системе предусмотрен мощный сервер для хранения данных и привод CD/DVD для их архивирования. Изображения распечатываются на цветном принтере. Они также могут передаваться из офиса операторов другим работникам пункта досмотра или на другие объекты.

Типовая схема пункта досмотра, включающего порталную конструкцию, контейнеры с рабочими местами должностных лиц и экранированные стены, поставляемые дополнительно, приведена на рис. 25.

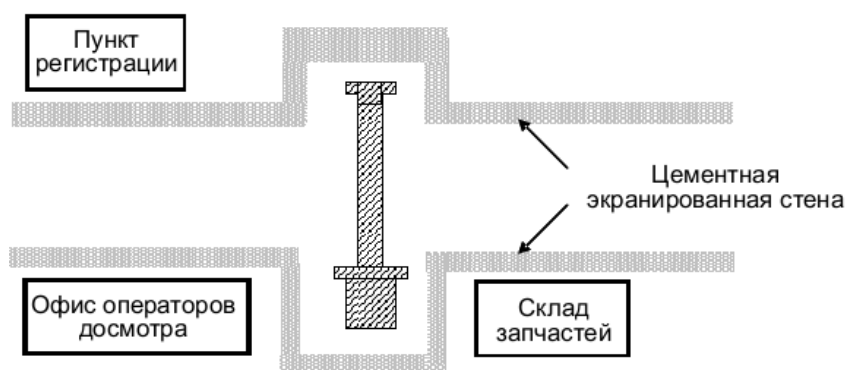


Рис. 25. Eagle P45 с экранированными стенами

Пункт досмотра включает два контейнера, в одном из которых находится пост регистрации автотранспортных средств, а во втором — пост обработки изображений с рабочими местами операторов досмотра (рис. 26).



Рис. 26. Пост обработки изображений Eagle P45  
Рабочее место оператора досмотра изображено на рис. 27.

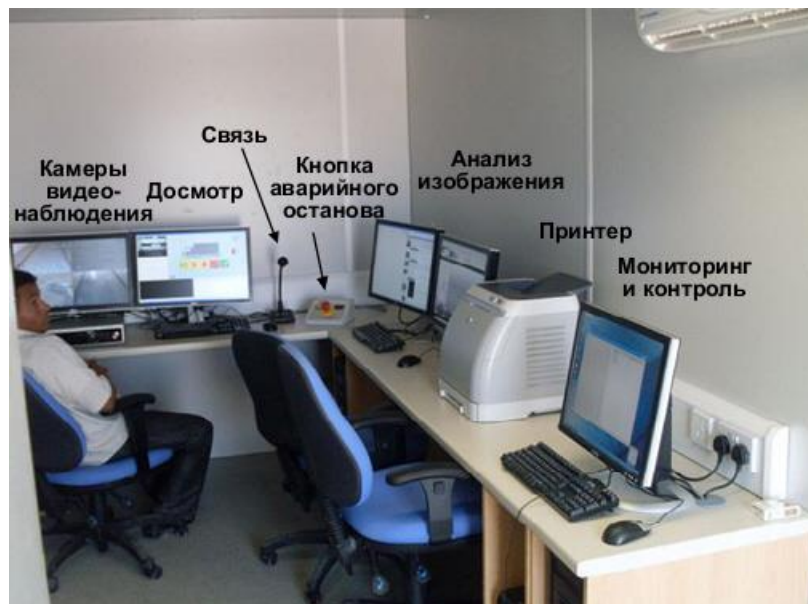


Рис. 27. Рабочее место оператора досмотра ИДК Eagle P45

На рабочем месте установлены несколько мониторов, на которых отображается информация:

- поступающая от камер видеонаблюдения;
- получаемая при досмотре транспортного средства;
- выводимая для анализа изображения досматриваемого объекта;
- выдаваемая средствами мониторинга и контроля.

Кроме того, у оператора имеется кнопка аварийного останова ИДК и микрофон громкоговорящей связи.

В состав Eagle P45 входит полностью автоматизированная система контроля и управления движением автотранспорта, обеспечивающая пропуск транспортных средств через портал при соблюдении требований к обеспечению радиационной безопасности. Система, как правило, включает в себя следующие элементы (рис. 28):

- светофор, сигналы которого разрешают или запрещают въезд в зону досмотра;
- датчики, определяющие местоположение грузовика на территории пункта досмотра;
- датчик, замеряющий скорость движения автомобиля; используется для регулировки работы линейного ускорителя с целью минимизации искажений изображения, возникающих в результате движения досматриваемого объекта с переменной скоростью;
- знаки, предписывающие водителю необходимость поддерживать требуемую скорость движения;

– датчик управления рентгеновским излучением, фиксирующий моменты прохода через створ портала носовой части транспортного средства, задней части его кабины и задней части кузова; этот датчик выдаёт сигналы для включения и выключения рентгеновского генератора;

– камеры видеонаблюдения, контролирующие ИДК и прилегающую территорию.

Система контроля и управления движением обеспечивает непрерывность процесса досмотра, что повышает пропускную способность комплекса.

Досмотр транспортных средств комплексом Eagle P45 может осуществляться в двух режимах сканирования.

1. Проездной порталный режим предполагает проезд грузовиков через створ портала со скоростью до 8 км/ч. Рентгеновское излучение включается автоматически после того, как кабина с водителем прошла через портал, т.е. сканированию подвергаются только кузов автомобиля и груз в нём.

2. Проездной режим CabScan™ реализуется при движении транспортных средств через портал с той же скоростью: до 8 км/ч. При этом кабина водителя сканируется низкоэнергетическим рентгеновским излучением, а груз — высокоэнергетическим излучением. Режим CabScan™ позволяет безопасно сканировать весь автомобиль с использованием двух разных систем построения изображения, предусматривающих раздельное сканирование кабины с водителем и груза.



Рис. 28. Система контроля и управления движением

Досмотр грузовика в проездном портальном режиме включает несколько этапов.

1. При готовности комплекса к работе на въезде загорается зеленый сигнал светофора, по которому автомобиль может въехать в зону досмотра. Когда зона будет занята, красный сигнал светофора предотвратит въезд в неё других автомобилей.

2. Грузовик проезжает через портал на установленной скорости (8 км/ч). Датчик управления излучением опознает заднюю часть кабины водителя и включает рентгеновское излучение, которое отключается, когда датчик опознает заднюю часть грузовика. Полученное рентгеновское изображение передается в расположенный поблизости пункт для его анализа и принятия решения оператором.

3. Автомобиль выезжает из досмотровой зоны на парковочную площадку и его водитель ожидает результатов обследования.

Такая же последовательность досмотра имеет место и в проездном режиме CabScan™. Отличие заключается в том, что в этом режиме производится сканирование кабины водителя рентгеновскими лучами с низкой энергией. Когда датчик управления излучением опознает заднюю часть кабины водителя, включается высокоэнергетическое излучение для обследования грузового отсека автомобиля.

Сканирование грузовика с 40-футовым контейнером занимает менее 20 секунд. При непрерывном потоке автомобилей может быть обеспечена пропускная способность до 180 грузовиков в час.

Образец изображения, сформированного ИДК Eagle P45, представлен на рис. 29.

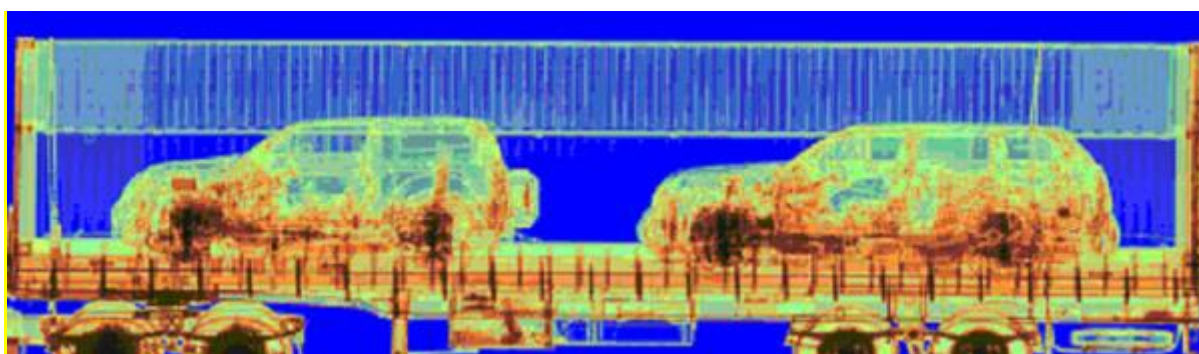


Рис. 29. Изображение легковых автомобилей в грузовике

При необходимости обнаружения при досмотре ядерных материалов и радиоактивных веществ система обнаружения источников ионизирующих излучений интегрируется в рентгеновскую систему

построения изображений таким образом, что они не конфликтуют друг с другом.

### ***2.1.7. Комплексы многоуровневого досмотра***

Рассмотренные выше стационарные и перемещаемые ИДК позволяют решать многие задачи досмотра. ***Однако, поскольку решение о степени опасности обнаруженного в грузе объекта (предмета, вещества) принимает человек, и только по косвенным признакам, ошибки при этом не исключены.*** При обеспечении безопасности населения на транспорте такое положение недопустимо.

В целях повышения эффективности досмотра при разработке новой техники использован подход, предполагающий:

– многоуровневый процесс обследования объекта и принятия решения о степени опасности обнаруженных в нём предметов, веществ;

– **комплексное использование досмотровой техники, работа которой основана на различных физических принципах, что даёт возможность принимать решение об обнаружении опасных или запрещенных веществ и предметов по совокупности прямых и косвенных признаков.**

Основные положения такого подхода использованы при создании отечественной техники досмотра автотранспорта и перевозимых им грузов. При этом в полной мере был использован как зарубежный, так и российский опыт производства и эксплуатации разнообразной техники поиска объектов, представляющих большую общественную опасность. Кроме того, при создании комплексов досмотра автотранспорта и грузов использована элементная база, обеспечивающая их работоспособность в условиях российского климата: при температурах от  $-40$  до  $+45$  °С.

В рамках Комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте создан ряд технических средств под общим названием «Шток», включающий:

– стационарный досмотровый комплекс с подвижным рентгеновским порталом;

– перемещаемый досмотровый комплекс с неподвижным рентгеновским порталом.

## ***Стационарный досмотровый комплекс с подвижным рентгеновским порталом***

Комплекс представляет собой совокупность досмотровых технических средств с различными возможностями, которые по функциональному предназначению объединены в две подсистемы:

- подсистему досмотра автотранспортных средств и их грузов, в которой реализован рентгеноскопический способ визуализации конструкции автомобиля и содержимого его груза;
- подсистему досмотра пассажиров автотранспортных средств и их багажа.

Для размещения подсистемы досмотра автотранспортных средств требуется специальное строение, конструкция которого должна обеспечивать радиационную защиту обслуживающего персонала, пассажиров, окружающей среды и других систем комплекса в процессе его работы. Предъявляемым требованиям удовлетворяет сооружение с размерами 36 x 14 x 7 м, имеющее ворота размером 4 x 5 м. В нём может досматриваться транспортное средство с габаритами 20 x 3 x 4,7 м и массой до 55 т.

Аппаратура комплекса позволяет облучать досматриваемый объект в двух-трёх ракурсах, что значительно увеличивает вероятность идентификации оператором комплекса обнаруженных предметов и веществ на получаемых рентгеновских изображениях. Во всех ракурсах реализована функция, позволяющая разделять вещества по эффективному атомному номеру и выделять их на рентгеновском изображении разным цветом. При этом органические вещества окрашиваются в оранжевый цвет, неорганические вещества невысокой плотности — в зелёный цвет, а плотные неорганические вещества выделяются синим цветом.

Проникающая способность по стали достигает 320 мм. Разрешающая способность характеризуется возможностью обнаружения стальной проволоки диаметром 1 мм в воздушной среде; диаметром 3 мм — за стальной преградой толщиной 100 мм; диаметром 6 мм — за стальной преградой в 200 мм.

Сканирование транспортного средства с грузом происходит во время перемещения портала с генератором рентгеновских лучей и детекторной матрицей вдоль обследуемого объекта с одной из скоростей: 6, 12, 24, 36 м/мин (рис. 30). Пропускная способность при этом достигает 20 транспортных единиц в час.

Подсистема обследования пассажиров включает различную аппаратуру для обнаружения предметов и веществ на теле человека, в ручной клади и багаже. Для досмотра пассажиров используется отдельное помещение, безопасное в радиационном отношении.

Рассмотренный комплекс является стационарным ИДК, в котором решение о степени опасности обнаруженных в транспортном средстве или грузе объектов принимается на основании косвенных признаков.



Рис. 30. Внешний вид подвижного портала стационарного комплекса «Шток»

Перемещаемый досмотровый комплекс с неподвижным рентгеновским порталом. В состав комплекса входят две подсистемы, которые функционально связаны между собой.

Первая подсистема представляет собой ИДК с неподвижным порталом (рис. 31).

Второй подсистемой является аппаратура зондирования транспортных средств и грузов быстрыми мечеными нейтронами.

Наличие в комплексе двух подсистем, одна из которых позволяет идентифицировать объекты по косвенным признакам, а другая — по прямым, обеспечивает реализацию многоуровневого процесса досмотра. При этом информация, сформированная первой подсистемой, является исходными данными для включения второй подсистемы.



Рис. 31. ИДК с неподвижным порталом

Сканирование досматриваемого объекта при первоначальном рентгеновском обследовании в комплексе осуществляется в двух ракурсах (рис. 32).



Рис. 32. Рентгеновские изображения досматриваемого автомобиля в двух ракурсах



Рис. 33. Аппаратура зондирования быстрыми «мечеными» нейтронами



Энергия испускаемых ядрами вещества гамма-лучей находится в пределах от 1 до 10 МэВ и зависит от элемента вещества, который испускает эти лучи. Следовательно, энергия гамма-лучей является индивидуальным идентификационным признаком для каждого химического элемента и по характеру спектра энергии этого излучения можно определить наличие и концентрацию определённого элемента в веществе.

На рис. 35 представлены энергетические спектры гамма-излучения двух взрывчатых веществ: тротила и гексогена. По горизонтальной оси показано распределение энергии гамма-квантов этих веществ при облучении их быстрыми нейтронами, а по вертикальной — количество зарегистрированных гамма-квантов, обладающих определённой энергией.

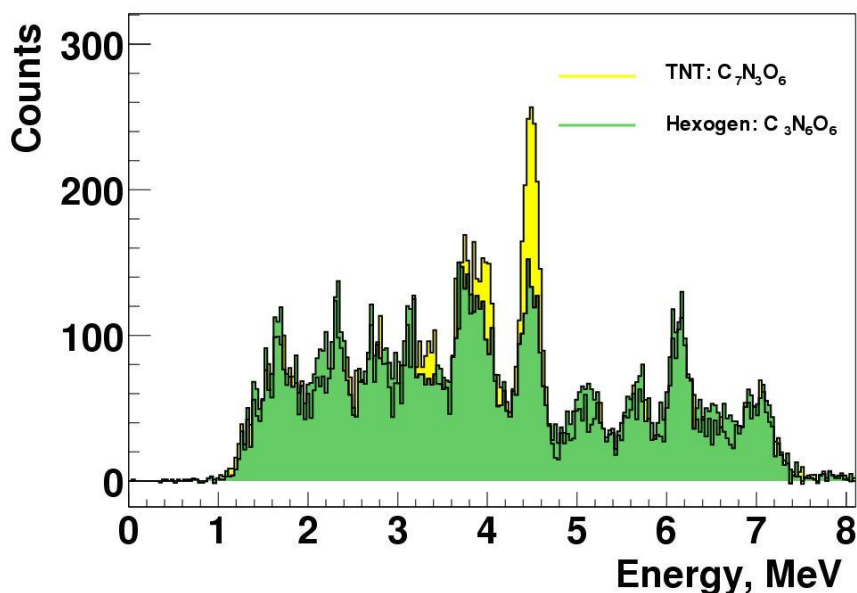


Рис. 35. Энергетические спектры гамма-квантов тротила (светлый) и гексогена (тёмный)

Из рисунка видно, что энергетический спектр веществ состоит из отдельных линий, каждая из которых принадлежит определённому элементу. Так, например, энергию 4,43 МэВ имеют гамма-кванты, испускаемые ядрами углерода (С). Известно, что тротил содержит химический элемент углерод в значительно больших количествах, чем гексоген (это видно из химических формул веществ, имеющих на рисунке). Поскольку в тротиле углерода больше, чем в гексогене, то и количество гамма-квантов, испускаемых ядрами тротила с энер-

гией 4,43 МэВ значительно больше, чем испускаемых ядрами гексогена.

Безопасность рассмотренных комплексов «Шток» для человека и окружающей среды соответствует требованиям санитарных правил и норм. Радиационная защита обеспечивается собственной биологической защитой комплексов и выделением соответствующих санитарных зон.

Радиационная защита при использовании аппаратуры зондирования досматриваемого объекта мечеными нейтронами достигается, в основном, созданием зон ограничения доступа (санитарных зон).

Результаты экспериментальных исследований эффективности различных способов обнаружения опасных веществ в укрывающих средах, проведённых научными организациями, приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Эффективность различных способов обнаружения опасных веществ**

<b>Способы обнаружения</b> <b>Характеристики</b>	<b>Рентгено-скопия</b>	<b>Использование тепловых нейтронов</b>	<b>Применение быстрых нейтронов без метки</b>	<b>Использование меченых нейтронов</b>
Обнаруживаемые вещества	Устанавливаются по косвенным признакам	Азотосодержащие вещества	Ограниченное число опасных веществ	Взрывчатые, наркотические, токсичные вещества
Вероятность идентификации веществ	Зависит от оператора	75 %	90 %	98 %
Вероятность ложных тревог	Зависит от оператора	25 %	15 %	2 %

Сведения, приведённые в таблице, позволяют сделать вывод, что только многоуровневый досмотр с использованием различных технических средств позволяет решить задачу гарантированного обнаружения опасных веществ в грузах, багаже, ручной клади. На первом уровне для этого используется проникающий рентген, который выдаёт информацию о размерах и местоположении подозрительных объектов. Полученные сведения на втором уровне используются установками на тепловых нейтронах, которые определяют присутствие повышенной концентрации азота в этих объектах. Третий уро-

вень досмотра с применением техники на быстрых меченых нейтронах позволяет установить вид опасного вещества.

### ***2.1.8. Комплексы досмотра днища автотранспортных средств***

Необходимое условие обеспечения безопасности населения — досмотр автотранспортных средств с целью выявления различных предметов (оружия, взрывчатых веществ, взрывных устройств, наркотических средств и др.), не являющихся частью автомобиля и намеренно установленных на днище транспортного средства, в его конструктивных полостях и иных местах. Производители досмотровой техники к настоящему времени создали различные образцы комплексов контроля днища автомобиля с характеристиками, которые обеспечивают приемлемую достоверность результатов, получаемых при обследовании. Отечественный комплекс КОДА (комплекс оборудования для досмотра автотранспортных средств) в своём составе содержит (рис. 36):

- базовое оборудование: систему досмотра днища автотранспортных средств с объемным цифровым сканером;
- дополнительное оборудование, включающее автоматическую систему распознавания номерного знака, программное обеспечение для автоматического сравнения изображений, цифровую камеру высокого разрешения для фотосъёмки водителя транспортного средства и светофор.

Комплекс досмотра днища автотранспортных средств сканирует всю площадь нижней части автомобиля, формируя объемное цветное изображение всех деталей как в дневных, так и в ночных условиях. Подсветка днища осуществляется светодиодным модулем. При сканировании скорость движения досматриваемого автомобиля ограничивается (не должна превышать 45 км/ч).

Основой комплекса досмотра днища автомобиля являются 5 цветных видеокамер высокого разрешения, встроенные в сканер. Разрешающая способность этих камер даёт возможность оператору системы обнаруживать на днище предметы размером 5 x 5 мм.

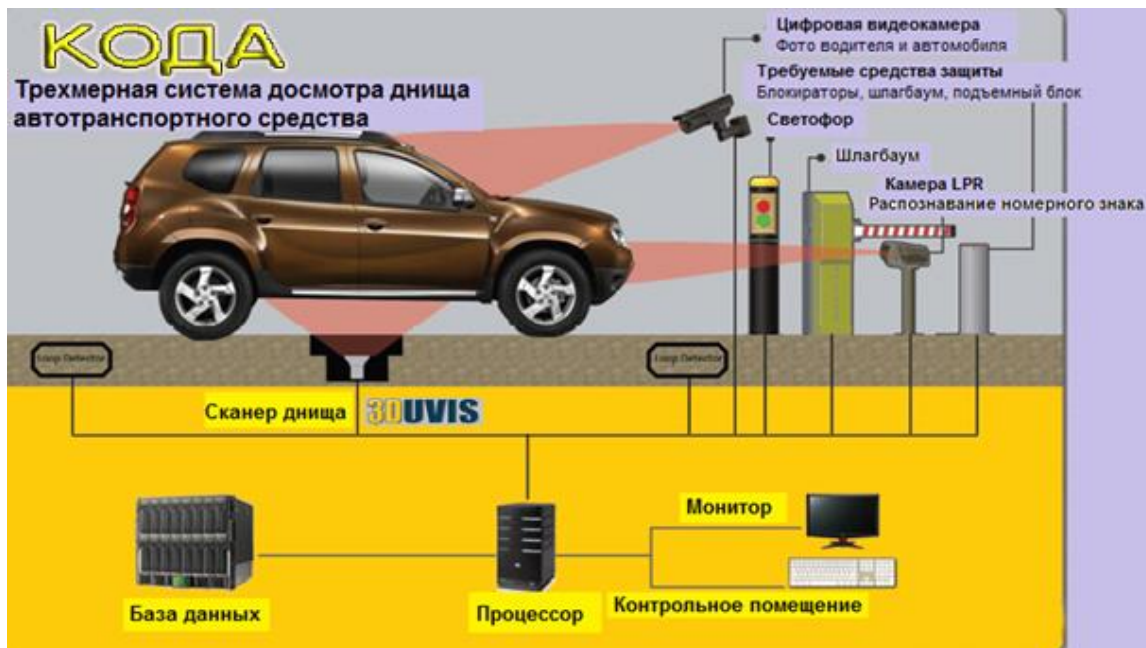


Рис. 36. Комплекс сканирования днища автомобилей

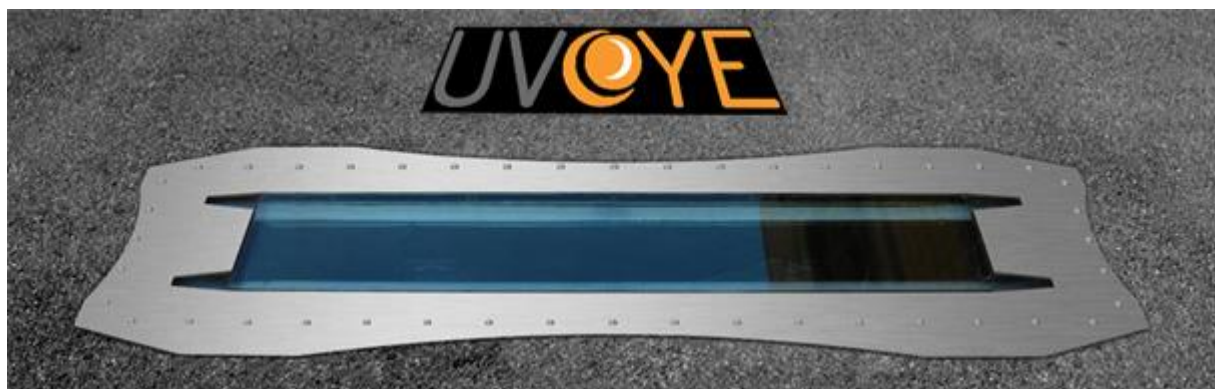


Рис. 37. Сканер днища автомобиля

Сканер имеет размеры 180 x 52,5 x 31 см. При установке он заглубляется в дорожное полотно на 31 см (рис. 37). Оборудование, установленное в сканере, закрывается стеклом для защиты от природных и техногенных воздействий. Стекло в состоянии выдержать наезд автомобиля с нагрузкой на ось до 6000 кг (3200 кг на одно колесо) без получения повреждений.

Алгоритм формирования изображения, настройка камер сканера и конструкция подсветки позволяют исключить влияние загрязнения стекла на качество получаемой картины днища автомобиля. Корпус сканера выполнен из нержавеющей стали с полиуретановым покрытием, что обеспечивает его устойчивость к воздействию химически агрессивной среды. Верхняя часть корпуса устанавливается на одном уровне с покрытием дорожного полотна, создавая тем самым безопасные условия для движения автотранспорта. Оборудование комплекса защищено от пыли и воды по классу IP 68 (пыленепроницае-

мый прибор, выдерживающий длительное погружение в воду под давлением), что обеспечивает его работоспособность даже при длительном воздействии неблагоприятных факторов.

Система контроля за конденсатом не допускает запотевания стекла при перепадах температуры окружающей среды в течение суток и обеспечивает автоматический подогрев и охлаждение воздуха внутри корпуса сканера. Это гарантирует стабильность условий работы видеокамер сканера в диапазоне внешних температур от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ , что, в свою очередь, обеспечивает высокое качество и одинаковые размеры отсканированного изображения.

Отсканированное изображение формируется за 2–3 с и превосходит по качеству монохромную картинку на несколько порядков, обеспечивая более высокий уровень детализации (рис. 38).

Обнаружение предметов, не входящих в конструкцию автомобиля, основано на сравнении полученного изображения днища с эталонным изображением, занесённым в базу данных при регистрации автомобиля в системе.

Сравнение отсканированного и эталонного изображений осуществляется в ручном режиме, но в число дополнительных возможностей включено использование программного обеспечения для автоматического анализа изображений и обнаружения в них различий.



Рис. 38. Изображение днища автомобиля, сформированное комплексом

Работа пяти камер (трёх в центре и двух дополнительных по краям сканера) повышает качество контроля на границах днища и в арочных полостях с формированием объёмного полноцветного изображения.

Изображение днища каждого автомобиля с фотографиями его внешнего вида и водителя автоматически заносится в базу данных комплекса под номером, зафиксированным камерой распознавания номерного знака.

В комплекс по запросу заказчика могут быть включены элементы и устройства блокировки автотранспорта (дорожные блокираторы,

шлагбаумы, подъемные блоки, автоматические ворота и т.д.), наличие которых в случае обнаружения взрывных устройств значительно повышает уровень безопасности инфраструктуры и населения.

### ***2.1.9. Автомобильные радиационные мониторы***

На тех рубежах, где возможно появление автотранспорта с похищенными или оказавшимися по какой-либо причине бесхозными ядерными материалами и радиоактивными веществами, необходим контроль за уровнем ионизирующих излучений в досматриваемых автомобилях и перевозимых ими грузах. Для решения этой задачи используются порталные радиационные мониторы, подобные тем, которые применяются при обследовании подвижного железнодорожного состава (рис. 39).



Рис. 39. Автомобильные порталные радиационные мониторы

Мониторы могут использоваться:

- на пограничных и таможенных пунктах пропуска для предотвращения незаконного перемещения радиоактивных веществ и ядерных материалов через границы Российской Федерации и по её территории;
- на объектах, использующих в процессе производства или иной деятельности ядерные материалы и (или) радиоактивные вещества, а также производящих такие материалы и (или) вещества;
- при контроле вторичного сырья с целью предотвращения попадания источников ионизирующих излучений в технологические процессы на предприятиях, где это сырьё используется или перерабатывается.

Рассмотрим некоторые характеристики автомобильных радиационных мониторов на примере изделия РМ5000.

Семейство мониторов РМ5000 насчитывает большое количество моделей, которые формируются с использованием универсального многофункционального блока детектирования гамма- и нейтронного излучения.

Мониторы могут устанавливаться на прочных основаниях, заложенных в грунт, либо подвешиваться на специальных опорах или стенах. Все они рассчитаны на эксплуатацию в неблагоприятных климатических условиях. В зависимости от предъявляемых требований, мониторы могут быть односторонними (контролирующими транспортное средство с одной стороны) и двухсторонними (когда контроль осуществляется с двух сторон). Высота зоны, контролируемой мониторами, может быть разной, зависит от обследуемых объектов и подбирается, исходя из конкретных решаемых задач. Мониторы могут обнаруживать гамма-, нейтронное или одновременно оба вида излучений. Характеристики чувствительности мониторов РМ5000 при уровне фоновых ионизирующих излучений, равном 20 мкР/ч, приведены в таблице 4.

Мониторы сохраняют работоспособность при температуре окружающей среды от  $-30$  до  $+40$  °С. При этом влажность воздуха может колебаться в пределах от 0 до 95 %.

Для электропитания необходим источник переменного тока с напряжением 90–250 В и с частотой 47–63 Гц. Резервным источником электропитания является аккумуляторная батарея 12 В, 12 А/ч, которая обеспечивает работу монитора в течение 12 часов.

*Таблица 4*

**Чувствительность мониторов РМ5000 к ионизирующим излучениям разных источников**

Источники ионизирующих излучений	Расстояние от монитора	
	3 м	1,5 м
Плутоний, г	4,19	1,05
Уран-235, г	248	62
Окислы урана (руда), г	680	170
Цезий-137, кБк	120	30
Кобальт-60, кБк	80	20

Рассмотренная техника позволяет производить полноценный до-смотр автотранспортных средств и перевозимых в них грузов, обнаруживать подозрительные объекты и устанавливать типы опасных

веществ, находящихся в них. Наличие такой техники и должная организация её использования может свести к минимуму использование автотранспорта для подготовки и совершения преступлений.

## **2.2. Технические средства досмотра на воздушном транспорте**

Обеспечение безопасности населения на воздушном транспорте среди прочих мер предусматривает досмотр членов экипажей воздушных судов; персонала аэропортов и лиц, посещающих аэропорты и объекты их инфраструктуры; вещей, находящихся при них; авиапассажиров, их ручной клади и багажа; грузов, почты и бортовых запасов, а также транспортных средств. Целью досмотра является исключение проноса и доставки в контролируемые зоны аэропорта и на борт воздушного судна радиоактивных материалов, взрывчатых веществ, взрывных устройств, оружия, боеприпасов и других предметов и веществ, запрещенных к перевозке на воздушных судах.

К досмотру в аэропортах предъявляются наиболее жёсткие требования, о чём свидетельствует ГОСТ Р 55219 – 2012 Воздушный транспорт. Аэропорты. Технические средства досмотра. Общие технические требования. Некоторые виды из перечисленной в ГОСТ Р 55219–2012 техники досмотра представлены выше, а сведения о других имеются в учебнике «Специальная техника органов внутренних дел. Особенная часть». В данном пособии рассмотрим средства радиационного контроля пассажиров и томографы.

### ***2.2.1. Пешеходные автоматизированные комплексы радиационного контроля***

Автоматизированные комплексы радиационного контроля предназначены для обнаружения ядерных материалов и радиоактивных веществ на теле и в одежде пассажиров при их проходе через зону контроля в пунктах пропуска, а также в ручной клади и багаже в процессе их перемещения в этой зоне.

Состав автоматизированного комплекса «Дозор» показан на рис. 40а и 40б в двух вариантах исполнения. В него входят:

- измерительные колонны;
- блоки обнаружения гамма-излучения;
- блоки обнаружения нейтронного излучения;

- система фиксации присутствия обследуемого объекта в зоне контроля (инфракрасные и ультразвуковые датчики);
- система индикации уровня ионизирующих излучений, превышающего фоновое значение (световые и звуковые сигнализаторы на колоннах, выносной блок);
- электронный блок управления.

Помимо перечисленных элементов, в состав комплекса могут входить система бесперебойного электропитания, система видеонаблюдения и средства сопряжения с информационно-управляющей системой.

Технические средства комплекса обеспечивают непрерывный автоматический контроль радиационной обстановки в контролируемой зоне. Размеры зоны могут изменяться от 2 x 0,8 до 2 x 1,5 м в одном варианте и от 2 x 0,8 до 2 x 3,0 м — в другом. Частота ложных срабатываний невелика и составляет одну подачу ложного сигнала тревоги на 10 000 измерений.



а)



б)



в)

Рис. 40. Комплексы радиационного контроля «Дозор» (а, б) и «Спектр» (в).

Комплекс может эксплуатироваться на открытом воздухе при температуре от  $-50$  до  $+50$  °С, а в помещениях — при температуре от  $-10$  до  $+50$  °С. Для электропитания используется сеть переменного тока 220 В. Потребляемая мощность составляет около 30 Вт.

Радиационный контроль пассажиров и багажа также может осуществляться комбинированным прибором «Спектр», который является одновременно металлообнаружителем и радиационным монитором (рис. 40в).

В состав прибора входят П-образная арка и выносной пульт управления и индикации, удаляемый от арки на дальность до 1200 м. Зона контроля (проём под аркой) имеет размеры 2000 x 760 мм.

Канал обнаружения чёрных и цветных металлов «Спектра» выявляет изделия массой, равной 100 г и более, с вероятностью 0,95. При этом могут регистрироваться как любые, так и только чёрные, или только цветные металлы. Скорость перемещения металла через арку должна находиться в пределах от 0,3 до 0,5 м/с.

Чувствительность прибора к ядерным материалам при уровне радиационного фона 25 мкР/ч и скорости их перемещения через арку, равной 1 м/с, составляет для плутония-239 1 г, а для урана-235 — 64 г.

Изделие «Спектр» обеспечивает досмотр около 600 пассажиров за час работы.

Использование пешеходных радиационных мониторов на границах контролируемых зон позволяет предотвратить не только незаконное перемещение ядерных материалов и радиоактивных веществ, но и нанесение ущерба здоровью тех лиц, которые окружают человека, создающего повышенный радиационный фон.

### ***2.2.2. Досмотровые томографы***

В целях обеспечения безопасности воздушных перевозок в аэропорты внедряются томографические системы для контроля ручной клади и багажа авиапассажиров. В чём заключаются особенности этих систем и какую информацию можно получить с их использованием?

Признаками предметов, находящихся в укрывающих средах, при обследовании этих сред в томографах являются форма предмета и плотность материала, из которого он состоит. Но, в отличие от рентгенотелевизионных установок, форма предмета в томографах пред-

ставляется в трёхмерном виде, что значительно повышает информативность полученного изображения.

Рентгеновская компьютерная томография — это разработанный в последние годы метод исследования, позволяющий за небольшой отрезок времени получить информацию о внутреннем строении или содержимом практически любого объекта. В основе этого метода лежит многократное зондирование объекта проникающим рентгеновским излучением в различных пересекающихся направлениях и последующая математическая обработка полученных изображений. Основными элементами томографа являются излучатель и приёмник-детектор. Излучатель формирует направленный пучок рентгеновских лучей. Детектор регистрирует энергию рентгеновских лучей, прошедших через объект.

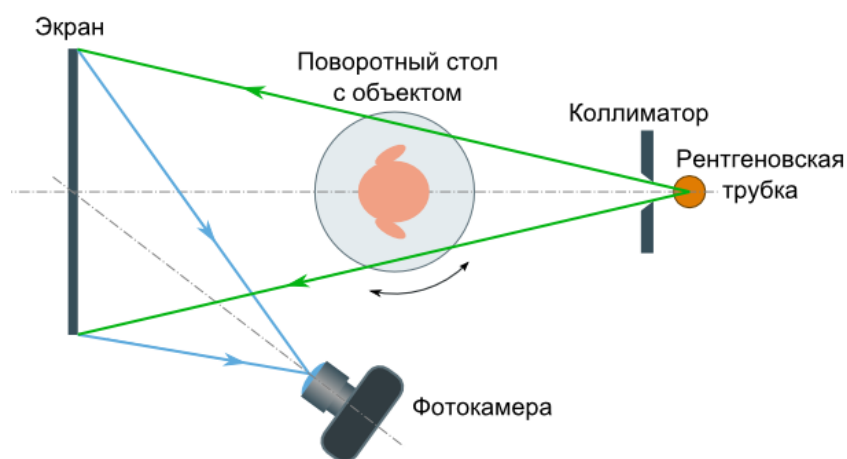


Рис. 41. Принцип формирования изображения томографом

Процесс получения томографического изображения состоит из нескольких этапов (рис. 41):

- исследуемый объект помещается между излучателем и детектором;
- детектором регистрируется энергия рентгеновского излучения, генерируемого излучателем и прошедшего через объект; эта энергия используется для формирования теневого изображения объекта при наблюдении его под определённым ракурсом (ракурс – определённый угол зрения, под которым наблюдается объект в момент получения его изображения);
- ракурс с определённым шагом изменяется на  $360^\circ$  с фиксацией теневого изображения на каждом шаге, что позволяет получить набор теневых изображений исследуемого объекта под разными ракурсами;

– полученный набор плоских теневых изображений обрабатывается в компьютере математическими методами, в результате чего реконструируется объемное изображение объекта.

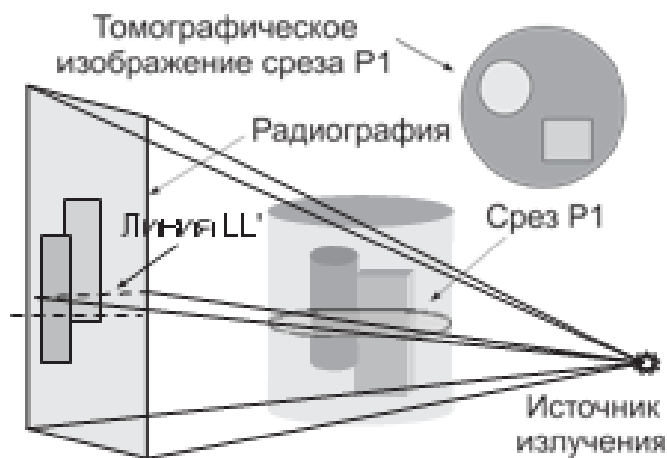


Рис. 42. Различие между рентгеновским и томографическим изображениями

На рис. 42 продемонстрировано формирование изображений способами компьютерной томографии и традиционной рентгеноскопии (радиографии). Рентгеноскопия при представленном взаимном расположении источника излучения и исследуемого объекта отобразит плоскость P1 объекта только одной линией LL, а томографическое изображение сохранит информацию о пространственном расположении предметов в объекте.

Томографическое изображение позволяет получить детальную информацию о внутренней структуре или содержимом объекта. Благодаря трёхмерному изображению предметов, находящихся в укрывающей среде, рентгеновская компьютерная томография позволяет повысить вероятность обнаружения взрывчатых веществ, наркотиков, взрывных устройств. Это обусловило её применение в качестве важного элемента систем безопасности для досмотра ручной клади и багажа пассажиров в аэропортах и на других важных объектах.

Основными производителями компьютерных рентгеновских томографов для досмотра являются фирмы Германии, Китая и США.

**Одним из технических средств, разработанных для досмотра багажа авиапассажиров, является томографическая установка RTT 80 (RTT — Real Time Tomography) американской фирмы Rapiscan (рис. 43).**

Компьютерная рентгеновская томографическая установка RTT 80 (томография в режиме реального времени) предназначена для досмотра ручной клади и багажа пассажиров с целью обнаружения в них предметов и веществ, запрещённых к обороту.



Рис. 43. Томограф RTT 80 (слева) и изображение содержимого чемодана, полученное с его использованием

Она представляет собой стационарную конструкцию с габаритами 5080 x 1948,18 x 1948,18 мм и массой 3492,66 кг. Для досмотра ручная кладь или багаж загружаются на поточный конвейер установки. Максимальные размеры обследуемого объекта могут достигать 2500 x 750 x 430 мм.

Конвейер движется со скоростью 0,5 м/с. При этом изображение выявленного содержимого укрывающей среды формируется и выводится на экран монитора за 13 с. Пропускная способность установки при соответствующих благоприятных условиях достигает 1800 единиц багажа в час.

Рабочая зона вокруг установки занимает расстояние в 1 м от каждой из её боковых сторон. Создаваемые томографом RTT высококачественные полнообъемные компьютерно-томографические изображения и современные алгоритмы автоматического обнаружения взрывчатых и других опасных веществ и предметов позволяют с высокой вероятностью предотвращать перемещение запрещённых объектов воздушным транспортом.

Универсальность установки позволяет использовать ее в составе высокоскоростных систем обследования багажа на первом этапе досмотра и многоуровневых систем на этапе детального досмотра (после обнаружения подозрительных предметов на первом этапе).

Местоположение опасного предмета на томографическом изображении укрывающей среды очень легко установить, что обеспечивает быстроту и эффективность обнаружения и изъятия опасных вложений при ручном досмотре.

Габариты установки 5080 x 1948,18 x 1948,18 мм и масса 3492,66 кг позволяют устанавливать её в местах скопления пассажи-

ров. Установка может эксплуатироваться при температуре от 0 до +40 °С и влажности воздуха от 10 до 90 %.

Вариант установки RТТ 110 отличается габаритами (5080 x 2260,6 x 2260,6 мм), массой (4173,05 кг) и максимальными размерами досматриваемых объектов (2500 x 1028 x 756 мм).

Досмотр багажа с использованием компьютерных томографов позволяет получить трёхмерное изображение всех предметов, находящихся в укрывающей среде. Данное обстоятельство даёт возможность оператору установки принимать более обоснованные решения об обнаружении опасных веществ, материалов или других объектов.

### **2.3. Новая техника досмотра физических лиц**

Помимо транспортных средств, для маскировки незаконно перемещаемых оружия, взрывчатки, взрывных устройств, наркотиков и других предметов и веществ может использоваться тело человека. Исходя из этого, во многих случаях возникает необходимость досмотра водителей на различных видах транспорта, пассажиров и других лиц, использующих для перемещения транспортные средства.

Целью досмотра является обнаружение любых подозрительных металлических и неметаллических предметов и веществ, наличие которых человек пытается скрыть, размещая их в одежде, обуви, головном уборе, на своём теле или в его полостях. Обследование лиц «контактным способом» с использованием только чувств контролёров (осязания и зрения) может не дать нужных результатов (например, у человека имеется протез, в полостях которого можно укрыть что угодно, либо на руку или ногу наложен гипс и т. п.). Кроме того, такое обследование требует значительных затрат времени, что во многих случаях недопустимо. Поэтому разработано множество технических средств, позволяющих с высокой степенью достоверности обнаруживать на теле человека различные предметы. Современный уровень развития такой техники предоставляет возможность осуществлять досмотр более эффективным бесконтактным способом.

Бесконтактный контроль с использованием технических средств в настоящее время должен отвечать ряду требований. При его проведении необходимо обеспечить:

– возможность обнаружения малоконтрастных объектов на фоне тела человека, в его полостях, в одежде и на её фоне;

– пространственное разрешение получаемых изображений, достаточное для установления формы объекта, а когда требуется, и его структуры;

– отображение в ходе контроля всего тела человека с одеждой и обувью, что даст возможность установить наличие или отсутствие предметов, вызывающих подозрение, в любой части изображения, начиная с обуви;

– небольшие геометрические искажения получаемых изображений для быстрого установления местонахождения подозрительных предметов при ручном досмотре;

– минимальное время на формирование изображения и его анализ (обнаружение подозрительных объектов).

С точки зрения эксплуатации технических средств, к ним также предъявляются несколько требований:

– безвредность проведения досмотра как для человека, так и для окружающей среды;

– простота досмотра;

– высокая пропускная способность;

– соблюдение конфиденциальности информации, получаемой при досмотре.

Для решения задач досмотра и удовлетворения предъявляемых к нему требований, к настоящему времени разработаны различные способы обследования человека как возможного тайника для скрещения предметов и веществ, запрещённых к обороту.

Наиболее распространёнными из них являются:

– использование для досмотра проникающего рентгеновского излучения;

– формирование рассеянными рентгеновскими лучами изображения тела человека с находящимися на нём и в одежде предметами;

– получение информации о предметах в одежде и на теле человека с использованием отражённого радиоизлучения;

– построение изображений тела человека и предметов на нём на основе собственного радиоизлучения этого человека;

– досмотр человека с использованием его собственного инфракрасного излучения.

Рассмотрим технические средства, реализующие перечисленные выше способы обследования человека.

### 2.3.1. Стационарные рентгеновские сканеры проникающего излучения

Использование проникающего рентгеновского излучения является единственным способом досмотра, который может дать максимум информации о том, что находится в одежде, на теле и в теле человека.

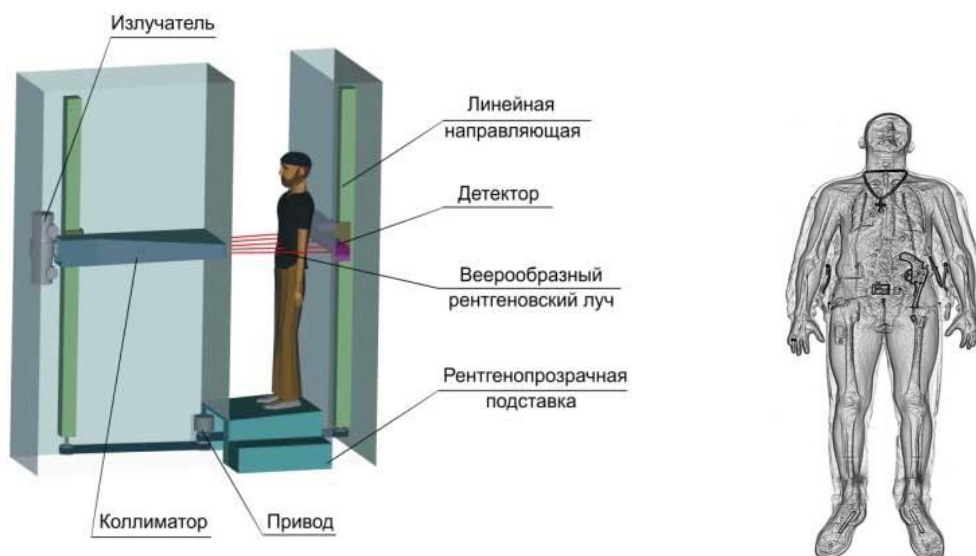


Рис. 44. Устройство сканера проникающего излучения для досмотра человека

В то же время, такое излучение представляет опасность для здоровья обследуемого лица. Но в последние годы научно-технический прогресс позволил создать установки, в которых доза облучения человека не превышает допустимых норм. К ним относятся «СибСкан», Homo Scan и «Х-Скан». Устройство таких установок и характер получаемого изображения человека проиллюстрированы рисунками 44 и 45.

Особенностью современных установок проникающего излучения для обследования человека является сканирование его тела плоским веерообразным (секторным) излучением последовательно от стоп до макушки.

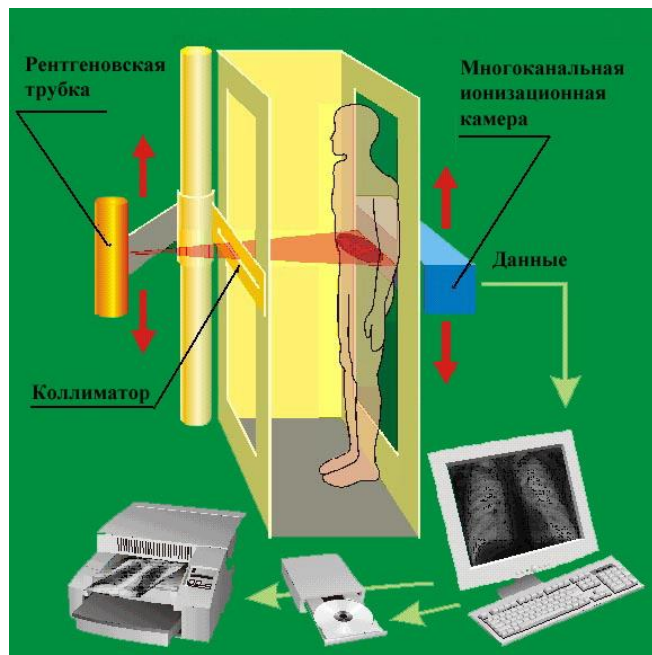


Рис. 45. Сканирование человека рентгенотелевизионной установкой

Для этого требуется значительно меньшая энергия рентгеновских лучей, чем для одновременного облучения всего тела. Данное обстоятельство обеспечивает безопасность досмотра. Использование проникающего излучения упрощает процесс и сокращает время обследования, поскольку в этом случае не требуется снимать одежду, головной убор и обувь.

Рассмотрим характеристики и возможности двух изделий, используемых для досмотра человека: «Х-Скан» и Homo Scan (рис. 46).

Рентгенотелевизионная установка персонального досмотра Homo Scan позволяет выявлять запрещённые к обороту и представляющие общественную опасность предметы, которые могут быть спрятаны в обуви, одежде, головных уборах, на теле человека, а также в его внутренних полостях.



Рис. 46 Рентгентелевизионные установки проникающего излучения для досмотра человека Homo Scan (слева) и «X-Скан»

Установка позволяет выявлять наркотические средства и взрывчатые вещества, взрывные устройства, огнестрельное и холодное оружие, оружие из керамических и композитных материалов, изделия из драгоценных металлов и другие предметы и вещества. При этом проникающее излучение обеспечивает досмотр любых лиц, в том числе имеющих медицинские протезы, импланты, гипсовые повязки и другие предметы, которые могут быть использованы для скрытого размещения в них незаконных вложений. В таких случаях установка Homo Scan позволяет сократить по времени и упростить процедуру досмотра.

Особенностями установки являются:

- наличие счётчика количества проведённых досмотров;
- ведение архива изображений, который может насчитывать до 100 000 единиц хранения;
- просмотр архива изображений;
- увеличение изображения до 16 крат;
- представление изображения в черно-белом, псевдоцветном и негативном виде;
- автоматическая самодиагностика установки в режиме реального времени;
- видеонаблюдение оператора за досматриваемым лицом и громкая связь с ним.

Сведения об основных характеристиках рассматриваемой установки приведены в таблице 5.

## Технические характеристики установки Homo Scan

Проникающая способность по стали	Не менее 24 мм
Разрешающая способность по проволоке (толщин обнаруживаемой проволоки)	Не хуже 0,15 мм
Время сканирования человека	5 с
Доза, получаемая человеком при однократном сканировании	Не более 0,25 мкЗв
Размер сканируемой зоны	90 см (ширина) 200 см (высота)
Пропускная способность	180 чел/час
Рабочий диапазон температур	от + 5 до + 50 °С;
Электропитание	220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	0,8 кВА

Рентгентелевизионная установка «Х-Скан» предназначена для проведения персонального досмотра человека. Она представляет собой сканер, обеспечивающий выявление контрабандного перемещения запрещенных к обороту предметов и веществ, находящихся как в одежде и на теле человека, так и внутри его полостей (провоз наркотических средств в желудке и т.п.). Кроме того, установка используется для обнаружения встроенных хирургическим путём закладок взрывчатых веществ в тело человека-смертника. Она прошла испытания в ФСБ России применяется в целях обеспечения безопасности на объектах транспортной инфраструктуры согласно Распоряжению Правительства № 1285-р.

«Х-Скан» обладает следующими характеристиками:

- проникающая способность (по стали): 22 мм;
- разрешающая способность (по проволоке): 0,15 мм;
- длительность сканирования объекта досмотра: 4,5 с;
- доза, получаемая объектом за время сканирования: 0,35 мкЗв;
- время подготовки к работе: 2 мин;
- источник электропитания: 220 В, 50 Гц;
- потребляемая мощность: 1 кВА;
- время непрерывной работы: круглосуточно;
- диапазон рабочих температур: от 0 до +50 °С

Анализ характеристик двух установок для досмотра человека с использованием проникающего рентгеновского излучения показыва-

ет, что эти характеристики близки по величине, и они позволяют решать задачи обнаружения практически любых объектов, находящихся в одежде, на теле и в теле человека.

### ***2.3.2. Стационарные рентгеновские сканеры обратно рассеянного излучения***

При всех достоинствах техники, использующей при досмотре проникающее рентгеновское излучение, в некоторых случаях её применять нельзя. Например, когда человек в своей деятельности вынужден постоянно пользоваться средствами воздушного транспорта. Кроме того, мировая практика показывает, что с появлением новой техники досмотра во многих странах при обследовании человека отказались от использования проникающего рентгеновского излучения. Существующие задачи досмотра при этом решаются техническими средствами, которые формируют изображение досматриваемого объекта в практически безвредных для человека обратно рассеянных рентгеновских лучах. Особенности таких лучей и формирование ими изображений досматриваемых объектов рассмотрены в учебнике «Специальная техника органов внутренних дел. Особенная часть».

К средствам досмотра в обратно рассеянных рентгеновских лучах принадлежит рентгенотелевизионная установка отечественного производства «Рубеж» (рис. 47).



Рис. 47. Внешний вид установки «Рубеж»



Рис. 48. Досмотр человека обратно рассеянным рентгеновским излучением

Назначением рентгенотелевизионной установки «Рубеж» является обеспечение безопасности путём досмотра лиц с целью обнаружения холодного и огнестрельного оружия, электронных изделий, взрывчатых веществ, взрывных устройств и других предметов, скрытых под одеждой человека. Использование для этого сканера обратно рассеянного рентгеновского излучения обеспечивает компактность конструкции установки и минимальную дозу облучения для досматриваемого лица.

Установка содержит две основные части: устройство сканирования человека и встроенный блок управления и обработки изображения.

При досмотре человек должен снять верхнюю одежду, принять определённое положение, при котором руки не закрывают остальные части тела (рис. 48, 49), и последовательно повернуться в сторону сканера каждой из четырёх сторон. Необходимость этого диктуется малой энергией излучения, которое не способно преодолеть иные преграды, кроме нижней одежды и белья.

Вариант установки с двумя сканирующими устройствами позволяет производить досмотр одновременно с двух сторон.

Блок управления и обработки изображения размещен на боковой панели сканирующего устройства.

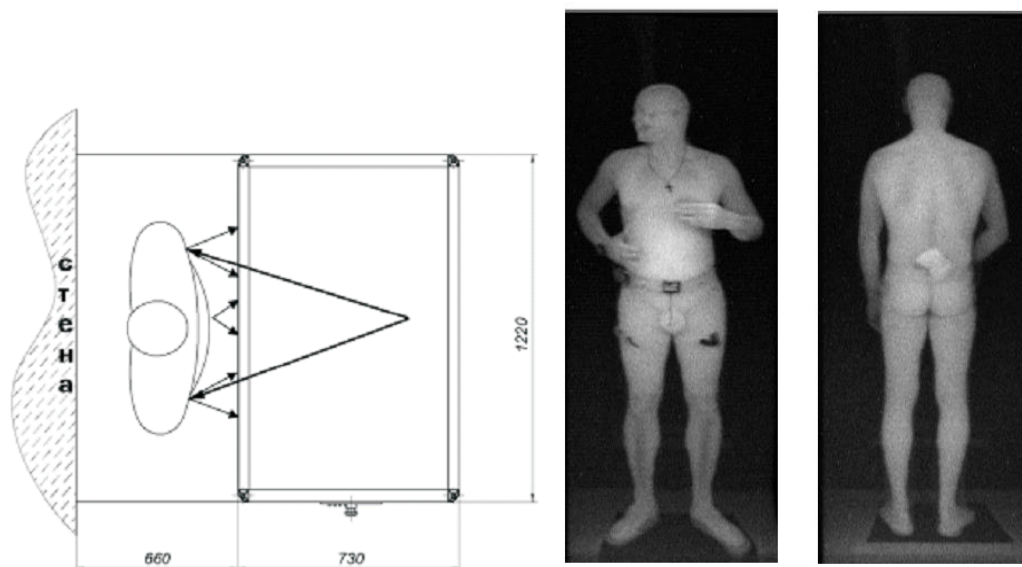


Рис. 49. Формирование изображения человека в установке «Рубеж»  
 Некоторые характеристики рентгенотелевизионной установки «Рубеж» с  
 обратно рассеянным излучением приведены в таблице 6.

Таблица 6

**Основные технические характеристики сканера «Рубеж»**

Размер сканируемой зоны	2000 x 750 мм
Габаритные размеры	1220 x 730 x 2230 мм
Занимаемая площадь (с площадкой досмотра и одним сканирующим устройством)	1390 x 1220 мм
Потребляемая мощность	1,5 кВт
Доза облучения, получаемая за одно сканирование	0,017 мкЗв
Монитор блока управления и обработки данных	17"
Разрешение монитора	1280 x 1024
Масса установки	250 кг
Рабочая температура	От 0 до +50 °С

Рентгенотелевизионная установка с обратным рассеянием лучей Rapiscan Secure 1000 Single Pose, как и установка «Рубеж», является эффективным средством персонального досмотра (рис. 50).



Рис. 50. Внешний вид Rapiscan Secure 1000 Single Pose

Она может использоваться на объектах, где предъявляются повышенные требования к безопасности, поскольку качество формируемых ею изображений даёт оператору возможность с большой вероятностью распознавать материалы, содержащие органические вещества (например, твердую и жидкую взрывчатку, наркотические средства, керамическое оружие) и не имеющие этих веществ в своём составе (например, металлы). Затраты времени на досмотр одного человека в установке составляют 10–20 с. Сканирование при этом занимает 7 с. Это позволяет при создании соответствующих условий обеспечить при досмотре высокую пропускную способность — до 240 человек за час работы.

Rapiscan Secure 1000 Single Pose обеспечивает проведение обезличенного досмотра. Для этого исключается прямой контакт оператора с объектом досмотра. Кроме того, в программное обеспечение установки включён фильтр, не позволяющий оператору видеть лицо обследуемого человека.

Формирование изображения осуществляется путём обработки обратно рассеянных рентгеновских лучей (рис. 51). Полученное изображение выводится на два монитора: оператора установки и оператора удалённого рабочего места. Параллельный анализ изображения двумя специалистами повышает достоверность досмотра, снижает вероятность возникновения ложных тревог и увеличивает пропускную способность установки. Между операторами установки и удалённого рабочего места имеется линия связи, позволяющая им

обмениваться информацией в интересах повышения качества досмотра.



Рис. 51. Изображения объектов на экране монитора

Программное обеспечение установки является простым в использовании и позволяет обнаруживать в формируемом изображении даже мелкие предметы, скрытые под одеждой на теле человека.

Характеристики установки приведены в таблице 7.

Таблица 7

**Характеристики сканера Rapiscan Secure 1000 Single Pose**

Монитор	Цветной, 19 дюймов, с высоким разрешением
Доза облучения при досмотре	Менее 0,1 мкЗв (10 мкБэр)
Источник электропитания	Сеть переменного тока 220–240 В, 50/60 Гц, 5 А.
Температура хранения	от –20 до + 50 °С.
Рабочая температура	от 0 до + 40 °С.
Относительная влажность	5–95%, без образования конденсата
Масса	1000 кг
Физические размеры	2514 (ширина) x 1527 (глубина) x 2022 (высота) мм

**2.3.3. Стационарные установки пассивного сканирования человека в диапазоне миллиметровых волн**

Поиск способов досмотра человека без нанесения ущерба его здоровью заставил разработчиков техники обратиться к тем диапазонам электромагнитных волн, практическое использование которых безопасно как для человека, так и для окружающей среды. К числу таких диапазонов принадлежит участок электромагнитного спектра между инфракрасным и микроволновым излучением с длиной волн от 0,1 до 10–15 мм. Электромагнитные волны такой длины обладают рядом специфических свойств:

- человек и все окружающие его объекты излучают или отражают волны данного диапазона;
- излучение в этом диапазоне безопасно для человека и окружающей его среды, так как малая энергия излучения исключает появление у него ионизирующих способностей;
- вода и некоторые жидкости поглощают энергию миллиметровых волн, что приводит к контрастному выделению ёмкостей с ними на изображении досматриваемого с использованием техники миллиметровых волн объекта;
- ткани, пластики, картон и другие упаковочные материалы прозрачны для миллиметровых волн, что позволяет увидеть содержимое тары.

Перечисленные свойства и прогресс в области создания высокочувствительных приёмников миллиметрового излучения привели к разработке и практическому применению досмотровых комплексов пассивного типа.

Из технических средств досмотра, использующих энергию электромагнитных волн миллиметровой длины, наиболее известными являются устройства производства американской фирмы Rapiscan.

Использование в комплексе Rapiscan WaveScan 200 (рис. 52) технологии формирования изображений пассивными (излучаемыми и отражаемыми объектом досмотра) миллиметровыми электромагнитными волнами обеспечивает его соответствие жестким требованиям по безопасности, предъявляемым к системам персонального досмотра и обнаружения опасных предметов. WaveScan 200 может использоваться автономно или в комбинации с другим оборудованием фирмы Rapiscan Systems, что позволяет создать интегрированную систему досмотра.

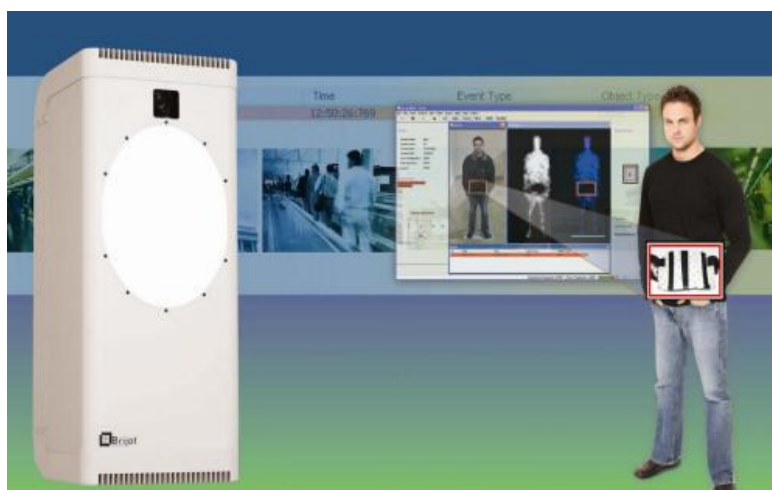


Рис. 52. Внешний вид комплекса Rapiscan WaveScan 200

В состав комплекса WaveScan 200 входят работающий в режиме реального времени радиометрический сканер (приёмник миллиметровых волн), интегрированная с ним видеочамера, встроенный компьютер и современное интеллектуальное устройство детектирования видеосигнала. Сканер выполнен в виде отдельной стойки.

Досматриваемое лицо обследуется входящим в состав комплекса пассивным радиометрическим сканером — последовательно регистрируется энергия миллиметровых волн, излучаемая каждой точкой тела человека и находящимися на нём или в одежде предметами. Разделение этих предметов и тела человека осуществляется путём выявления разницы в уровнях энергии волн, излучаемых телом и спрятанными предметами.

Синхронно со сканированием осуществляется видеозапись досматриваемого объекта. На базе полученной от сканера и видеочамеры информации формируются изображения тела человека и обнаруженных на нём и в одежде предметов.

Устройство детектирования видеосигнала выявляет в сформированном изображении подозрительные предметы и оповещает об этом оператора комплекса сигналом тревоги.

Графический интерфейс пользователя Rapiscan Systems позволяет оператору находить и идентифицировать скрытые одеждой предметы в режиме реального времени. Телевизионные изображения и изображения обследуемого лица, полученные путём пассивного сканирования миллиметровых волн, архивируются в цифровом виде для последующего просмотра, анализа или использования в качестве доказательств. Полученные и сохраненные изображения не содержат анатомических подробностей строения тела человека, что обеспечивает выполнение требований по защите тайны личной жизни (рис. 53).

Рассмотренный комплекс обеспечивает:

- обнаружение скрытых одеждой предметов за 0,5 с;
- досмотр лиц при их проходе через рубеж контроля (без остановки);
- дистанционное управление и интегрирование в существующие системы досмотра;
- обнаружение большинства типов взрывчатых веществ, жидкостей и гелей при автономном использовании.

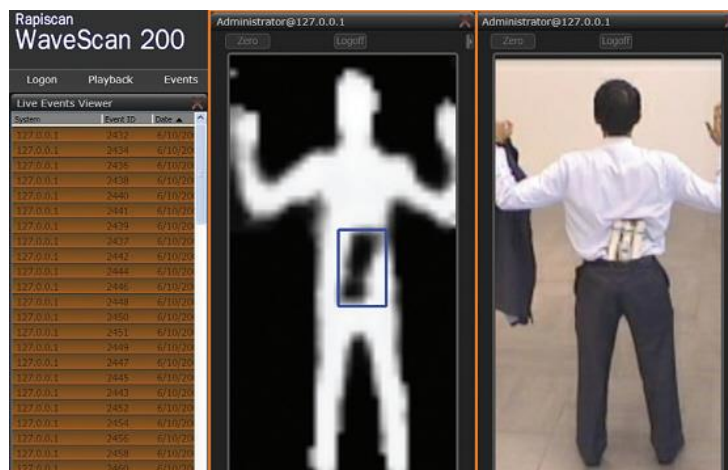


Рис. 53. Отображение скрытого предмета на изображении человека, полученном с помощью WaveScan 200

Некоторые характеристики комплекса приведены в таблице 8.

Таблица 8

#### Технические характеристики WaveScan 200

Диапазон частот приёмника (детектора) миллиметровых волн	80–100 ГГц (90 ГГц несущая частота, 20 ГГц полоса пропускания)
Рабочая температура	От –10 до +50 °С
Габариты (ВхШхГ)	83,8 x 34,5 x 34,9 см
Масса	Около 39 кг
Источник электропитания	Внешний источник: вход 100–240 В переменного тока, 47–63 Гц; выход 12 В постоянного тока, 10 А. Потребляемая мощность 120 Вт

Положительными сторонами пассивных сканеров миллиметровых волн являются минимальное время обследования объекта, абсолютная безопасность для человека и окружающей его среды, возможность скрытого использования, малое потребление электроэнергии, высокая пропускная способность.

Отмечая положительные стороны этой техники, следует указать и на недостатки. Разность между энергией миллиметровых волн, излучаемых телом человека и энергией волн, излучаемых предметами, находящимися на его теле или в одежде, очень мала. В то же время чувствительность существующих детекторов миллиметровых волн не всегда позволяет разделить излучения, энергия которых отличается на небольшую величину. Это послужило причиной создания активных сканеров.

### **2.3.4. Стационарные установки активного сканирования человека в диапазоне миллиметровых волн**

Активное сканирование реализовано в комплексе ProVision ATD (рис. 54), который представляет собой совокупность технических средств, обеспечивающих облучение досматриваемого лица электромагнитными волнами миллиметрового диапазона и использование отражённой энергии для обнаружения предметов, находящихся под его одеждой. В комплексе осуществляется автоматическое обнаружение подозрительных предметов, что позволяет повысить вероятность выявления взрывчатых веществ, взрывных устройств, наркотиков, других опасных предметов и, тем самым, обеспечить безопасность населения.



Рис. 54. Внешний вид установки ProVision ATD и процесс досмотра

В ProVision ATD используется источник радиоволн, мощность которого в 10 000 раз меньше, чем мощность обычных бытовых устройств, например сотовых телефонов.

Миллиметровые радиоволны легко преодолевают преграды в виде одежды, но отражаются и поглощаются телом человека. Отличия в энергии радиоволн, отраженных от тела и от находящихся на нём и в одежде предметов, используются для формирования изображений этих предметов. Комплекс позволяет обнаруживать скрытые объекты из любых материалов, включая изделия из жидких веществ, гелей, резины, проволоки, порошка, пластика, керамики, металла и т.д.

Операторы комплекса могут обнаружить на полученном изображении даже такие тонкие предметы, как компакт-диски, бумажные деньги и другие объекты, сравнимые по толщине с лезвием.

Комплекс ProVision ATD может использоваться и для предотвращения краж конфиденциальной информации, денежных средств, ценностей или интеллектуальной собственности при его установке на границах контролируемых зон в качестве технического средства охраны.

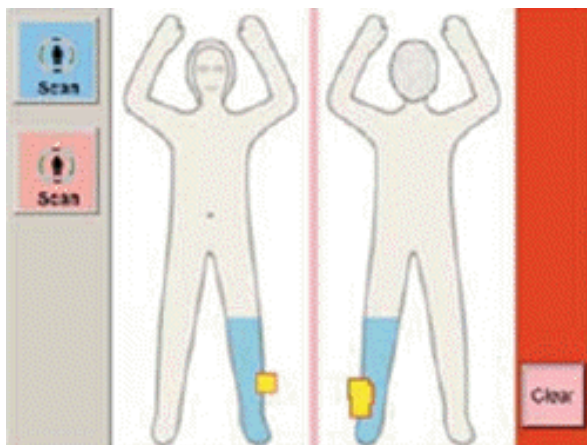


Рис. 55. Отображение местоположения подозрительных объектов на теле человека

Особенность комплекса заключается в том, что изображение тела досматриваемых лиц на экране монитора не воспроизводится. Программное обеспечение комплекса автоматически обрабатывает информацию об этом изображении с целью выявления на теле человека подозрительных объектов, которые могут представлять угрозу безопасности. В случае обнаружения таких объектов, их местоположение обозначается определёнными цветами на изображении обезличенного манекена со стороны груди и со стороны спины. Затем манекен отображается на экране монитора (рис. 55). Если же на изображении не оказалось ни одного подозрительного предмета, то на экране появляется сообщение «ОК» на зелёном фоне.

Служба безопасности, в зависимости от выведенного на экран монитора сообщения, принимает решение о ручном досмотре человека или о пропуске лица на контролируемую территорию.

Система обладает высокой пропускной способностью. Полное сканирование человека по всем направлениям осуществляется менее чем за 2 с. При длительности полного цикла досмотра в 7 с, пропускная способность комплекса ProVision ATD достигает 200–400 человек в час в зависимости от поддерживаемых протоколов безопасности.



источником инфракрасного излучения (рис. 57). Основная часть собственного излучения кожи человека приходится на диапазон волн с длиной от 6 до 20 мкм. При этом инфракрасные волны длиной около 10 мкм обладают наибольшей энергией.

Таким образом, каждой точке тела человека соответствует инфракрасное излучение с определёнными длиной волны и энергией.

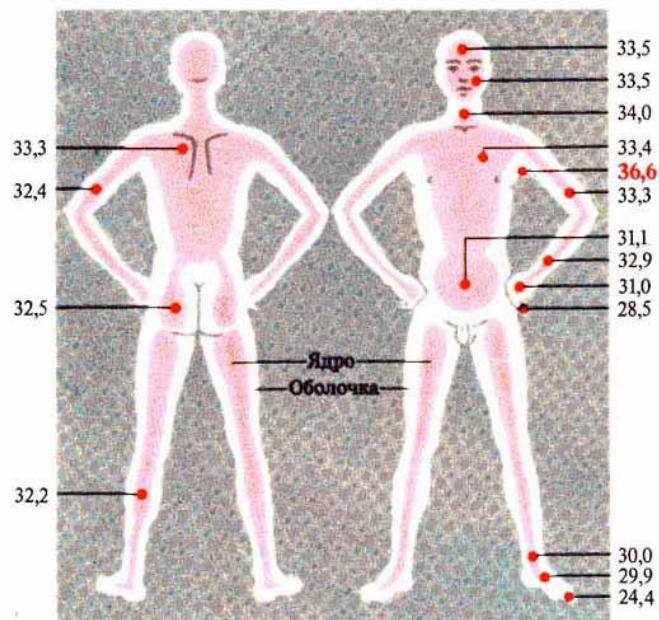


Рис. 57. Распределение температуры по поверхности кожи человека

Развитие электроники позволило создать технику дистанционной регистрации инфракрасного излучения человека. Основным элементом приборов, решающих такую задачу, является приемник инфракрасных лучей. В качестве чувствительных элементов приемных устройств и приборов, дистанционно регистрирующих любое инфракрасное излучение, используются болометры и фотоэлектрические преобразователи (рис. 58). Как правило, они работают в определенном диапазоне инфракрасного излучения и являются весьма чувствительными, различая точки тела, разность температур которых может составлять до 0,03 °С. Поглощаемое чувствительным элементом инфракрасное излучение преобразуется в нём в электрический сигнал, однозначно отображающий характеристики этого излучения. Сигнал в цифровой форме используется для формирования изображения тела человека. Сканирование человека рассмотренными выше приборами позволяет выявить участки поверхности тела, излучательная способность которых отличается от окружающего фона. Это является признаком наличия на теле человека или в его одежде каких-то предметов.

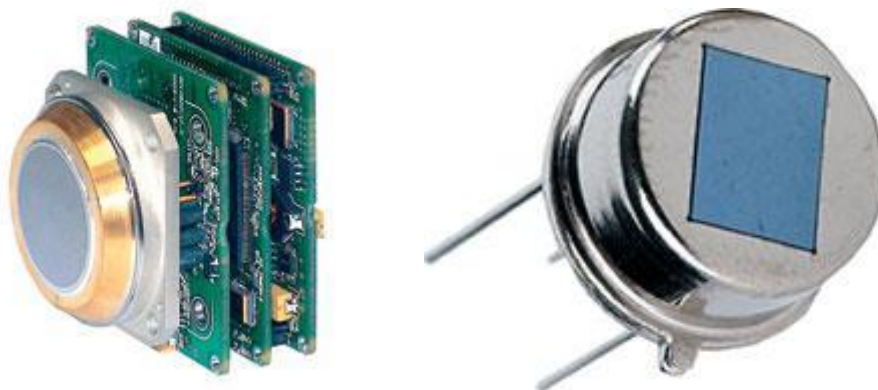


Рис. 58. Болومترический (слева) и фотоэлектрический модули

Из технических средств, которые используют инфракрасное излучение для досмотра человека, наиболее широко применяются сканеры Iscon.

Инфракрасные сканирующие досмотровые установки Iscon предназначены для оперативного обследования лиц с целью обнаружения скрытых на их теле и в одежде предметов, веществ и других объектов, в том числе запрещённых для перемещения в зону транспортной безопасности. Обнаружительные функции в этих установках реализованы с использованием технологии инфракрасной термографии, общие положения которой рассмотрены выше. Чувствительными элементами установок являются инфракрасные камеры, регистрирующие при сканировании температуру всех точек обследуемого объекта. Распределение температуры по телу человека имеет вполне определённый характер. Скрытые на теле или в одежде предметы или вещества являются экранами между телом и инфракрасной камерой (далее – ИК-камера), поглощающими тепло и имеющими температуру, отличающуюся от температуры тела. Граница между предметом и телом (граница раздела двух сред) фиксируется по разнице температур и очерчивает контуры предмета.

В Iscon 1000D (рис. 59) тепловое (инфракрасное) излучение тела досматриваемого субъекта принимается одной или двумя ИК-камерами. Зафиксированное различие в интенсивности теплового потока от предметов и тела представляется в виде общего изображения тела субъекта, на фоне которого отображаются более темные теневые изображения предметов. По форме и размерам они соответствуют скрытым предметам.



Рис. 59. Внешний вид инфракрасного сканера



Рис. 60. Изображение ножа

Для повышения вероятности обнаружения и распознавания имеющихся на теле объектов в состав досмотровой установки включены фены (вентиляторы с электронагревателями). Смысл их применения заключается в создании большей разницы температур между телом и скрытыми на нём предметами. Это достигается обдувом досматриваемого субъекта теплым воздухом, что обеспечивает плотное прилегание одежды к скрытым в ней объектам и улучшение теплопередачи. Так как разные материалы в разной степени поглощают и отражают инфракрасные лучи фена, то обдув увеличивает температурный контраст всех предметов и веществ в зоне сканирования.

Изображение, получаемое при досмотре, представлено на рис. 60. Рисунок свидетельствует об информативности данной технологии досмотра.

К особенностям инфракрасного сканера можно отнести:

- высокую чувствительность ИК-камеры, что позволяет фиксировать небольшую разницу в интенсивности теплового излучения от различных частей тела человека и предметов, скрытых под одеждой;
- формирование информативных изображений обнаруженных предметов независимо от материалов, из которых они изготовлены: металлов, пластиков, керамики и др.;
- скрытие деталей анатомического строения тела человека.

В таблице 9 приведены некоторые характеристики Iscon 1000D.

**Основные характеристики сканера Iscon 1000D**

Среднее время сканирования человека и анализа изображения	30 с
Пропускная способность	до 120 чел/час
Высота	243,3 см
Ширина	152,4 см
Глубина	195,6 см
Масса	< 250 кг
Требования к электропитанию	220 В, 50–60 Гц, 10 кВт.
Условия эксплуатации	От 0 до +35 °С при влажности до 95% (без конденсации)

Другой инфракрасный сканер — Iscon-минипортал (рис. 61) — имеет простую облегчённую конструкцию и небольшие размеры, что создаёт возможность его установки и организации досмотра лиц (водителей, пассажиров) в небольших помещениях. При необходимости сканер разбирается, переносится в другое помещение и устанавливается в нём.

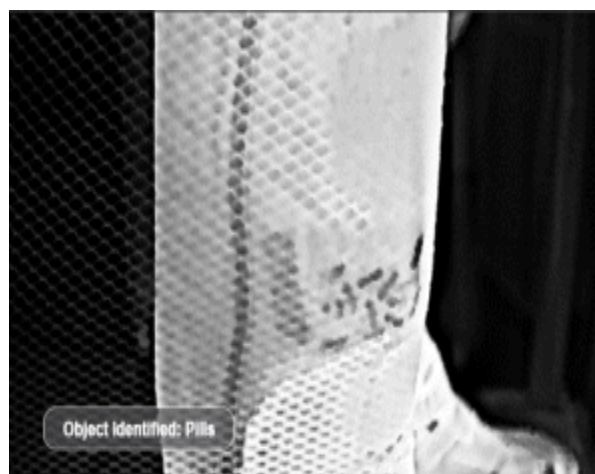


Рис. 61. Конструкция инфракрасного сканера Iscon-минипортал (слева) и полученное изображение скрываемых таблеток

Его характеристики отличаются от характеристик изделия Iscon 1000D и представлены в таблице 10.

**Основные характеристики сканера Iscon-минипортал**

Среднее время сканирования одного человека и анализа изображения	Около 60 с
Ширина	150 см
Глубина	95 см
Высота	233 см
Размер дисплея	10 " (нетбук)
Масса	150 кг
Требования к электропитанию	220В, 50 Гц
Условия эксплуатации	От 0 до +35 °С при влажности до 95%

Обеспечивая при досмотре полную безопасность человека, инфракрасные сканеры не позволяют обнаруживать предметы в полостях его тела.

**Контрольные вопросы.**

1. Назовите особенности рентгеновских лучей, обеспечивающие визуализацию предметов в оптически непрозрачных средах.

2. Чем отличается инспекционно-досмотровый комплекс от рентгенотелевизионной установки и в чём заключается их сходство?

3. Сравните возможности рентгенотелевизионных установок проникающего и обратно рассеянного излучения по обнаружению объектов в укрывающих средах.

4. Какими приборами формируется изображение днища транспортных средств в комплексах досмотра?

5. Назовите отличия и сходство между рентгенотелевизионной установкой и досмотровым томографом.

6. Какие особенности миллиметровых волн позволяют использовать их для досмотра человека?

7. Поясните особенности человека как источника инфракрасного излучения.

8. Назовите, что положено в основу устройства инфракрасных сканеров.

### Глава 3. МОБИЛЬНЫЕ И ПОРТАТИВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДОСМОТРА ТРАНСПОРТА, ГРУЗОВ И ЧЕЛОВЕКА

Мобильные и портативные средства могут использоваться как на стационарных рубежах досмотра, так и для организации временных рубежей, потребность в которых определяется складывающейся обстановкой. Кроме того, они позволяют досматривать отдельные транспортные средства, водителей и пассажиров, вызывающих подозрение, практически в любых условиях.

#### 3.1. Мобильные инспекционно-досмотровые комплексы

Мобильные ИДК предназначены для использования в условиях, когда существует или периодически возникает потребность в проведении досмотра транспортных средств и крупногабаритных грузов, но нет возможности или необходимости в силу определённых причин строить стационарный комплекс. Оборудование таких ИДК полностью размещается на шасси автомобиля, обеспечивая автономную работу (рис. 62). Особое внимание при эксплуатации мобильного ИДК уделяется организации и обеспечению радиационной безопасности путём создания санитарной зоны.



Рис. 62. Досмотр грузового автомобиля мобильным ИДК

НСVM 3021 представляет собой автономный мобильный ИДК для досмотра без разгрузки груженых грузовых автомобилей и контейнеров на выбранном пригодном для развёртывания рубеже с целью обнаружения контрабандных товаров, оружия, взрывчатых веществ, наркотиков и других запрещённых к обороту объектов (рис. 63).

Оборудование комплекса размещено на шасси трехосного автомобиля «Мерседес» с пневматической подвеской и двигателем мощностью 235 кВт.



Рис. 63. Мобильный ИДК HCVМ 3021

При размерах 2,5 х 4,0 х 11,9 м комплекс имеет массу 22,8 т. Максимальная допустимая скорость перемещения ограничена 85 км/ч. На приведение ИДК в рабочее состояние на новом рубеже необходимо в среднем 15 мин, а максимальное время развёртывания не превышает 30 мин. В развёрнутом состоянии размеры комплекса составляют 8,9 м в ширину, 11,9 м в длину и 5,7 м в высоту. Высота под порталом при этом равна 4,8 м.

Для соблюдения мер безопасности при развёртывании комплекса создаются и обозначаются санитарная зона размерами 32 х 20 м и зона досмотра 32 х 52 х 43 м (при досмотре грузовиков длиной до 20 м).

Экипаж комплекса составляют диспетчер, оператор и водитель. Для обследования грузовой автомобиль въезжает в зону досмотра и занимает определённую позицию. HCVМ 3021 перемещается вдоль неподвижного автотранспортного средства, сканируя его и груз на высоте от 0,43 до 4,65 м от земной поверхности. Сканирование осуществляется на определённой скорости (выдерживается скорость 24 м/мин). При такой скорости сканирования пропускная способность комплекса достигает 25 грузовиков в час.

Проникающая способность рентгеновского излучения ИДК (по стали) равна 210 мм, что позволяет производить досмотр практически любого грузового автотранспорта и контейнеров с размерами, не превышающими 2,50 х 4,65 х 28,00 м.

Комплекс сохраняет работоспособность в диапазоне температур от  $-15$  до  $+40$  °С и при относительной влажности до 100 %. Мощность, потребляемая оборудованием от источника электрического тока, равна в среднем 22 кВА.

Анализ получаемых изображений может осуществляться на двух рабочих местах, оборудованных соответствующими станциями, мониторы которых имеют плоские экраны размером 19 дюймов. Набор инструментов для анализа, имеющийся у оператора, включает увеличение контраста изображения и выделение его контуров, метки и пояснительные надписи, воспроизведение сохраняемых изображений и декларированных данных для сравнения, конверсия изображений в стандартные форматы, измерение объекта и некоторые другие.

Рабочая станция с базой данных позволяет сохранять 14 000 результатов досмотра. Для архивации изображений используются портативные жёсткие диски емкостью от 35 до 90 Гбайт.

Передача результатов работы ИДК на удалённый стационарный пост осуществляется по защищённой линии спутниковой связи.

Радиационная безопасность комплекса характеризуется данными, приведёнными в таблице 11.

*Таблица 11*

**Дозы облучения, создаваемые ИДК НСVM 3021**

Доза ионизирующего излучения, поглощаемого досматриваемым объектом	Менее 2 мкЗв
Мощность дозы облучения, создаваемой в окружающей среде	Менее 0,5 мкЗв/ч и менее 1 мЗв/год (в среднем за пределами санитарной зоны)
Мощность дозы облучения, создаваемой в кабине оператора	Менее 0,5 мкЗв/ч (средняя) и менее 1 мЗв/год

Использование мобильных ИДК, подобных рассмотренному, позволяет предотвращать преступления путём организации досмотра автотранспорта практически на любых автодорогах, которые могут быть использованы для незаконного перемещения любых предметов, веществ, материалов и других объектов.

### 3.2. Мобильные ИДК многоуровневого комплексного досмотра

Рассмотренный во второй главе способ многоуровневого досмотра с использованием комплекса технических средств, в которых нашли применение различные принципы получения информации об объектах, находящихся в укрывающих средах, реализован и в мобильном варианте.

Мобильный досмотровый комплекс «Шток-МНК» представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, монтаж которых выполнен на шасси автомобиля и которые обеспечивают автономную работу комплекса.

Комплекс «Шток-МНК» обеспечивает проведение досмотра крупногабаритных грузов и автотранспортных средств с использованием аппаратуры рентгеноскопии, радиационного контроля, а также техники зондирования быстрыми нейтронами.

**В его состав входят следующие основные технические средства:**

- досмотровая рентгеноскопическая аппаратура;
- досмотровая аппаратура радиационного мониторинга и формирования изображения в обратно рассеянных рентгеновских лучах;
- аппаратура зондирования быстрыми «мечеными» нейтронами.

Внешний вид комплекса «Шток-МНК» в транспортном положении представлен на рис. 64, а в рабочем положении — на рис. 65.

Порядок проведения досмотра этим комплексом заключается в поочередном обследовании контролируемого объекта техническими средствами в той последовательности, в которой выше перечислена досмотровая аппаратура.

Необходимость использования очередного вида аппаратуры зависит от результатов предыдущего обследования. Если оно не выявило подозрительных объектов и оператор уверен в этом, то досмотр завершается. В том случае, когда существуют подозрения о наличии в автомобиле или грузе запрещённых к обороту объектов, для обследования используется весь комплекс технических средств.



Рис. 64. Комплекс «Шток-МНК» в транспортном положении



Рис. 65. Комплекс «Шток-МНК» в рабочем положении

Радиационная защита человека и окружающей среды при эксплуатации аппаратуры, входящей в состав «Шток-МНК», обеспечивается, в основном, созданием санитарных зон.

Характер рентгеновского изображения, получаемого при досмотре автотранспорта рентгеноскопической аппаратурой комплекса «Шток-МНК», представлен на рис. 66.

Комплексное использование техники досмотра автотранспорта, основанной на различных физических принципах получения необходимой информации, позволяет принимать обоснованные решения о наличии в обследуемом транспортном средстве или грузе опасных и запрещенных веществ и предметов по совокупности различных по природе характерных признаков.

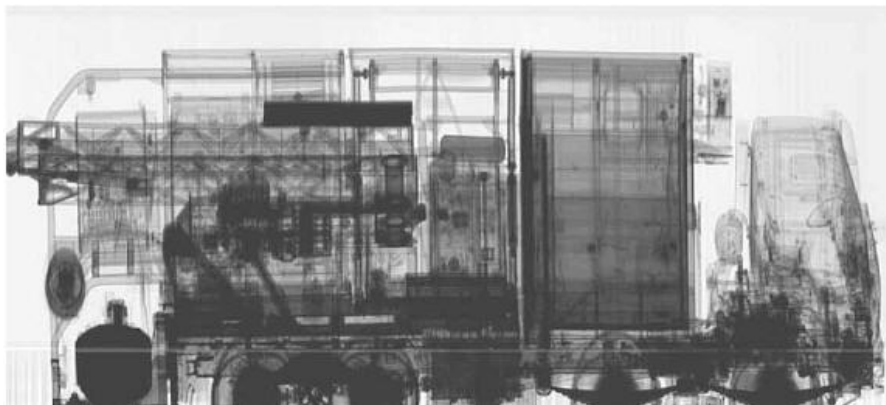


Рис. 66. Рентгеновское изображение грузового автомобиля, сформированное комплексом «Шток-МНК»

### 3.3. Мобильные комплексы радиационного контроля

Борьба с преступностью в некоторых случаях требует организации рубежей досмотра на необорудованных площадках. Наиболее пригодными для решения задач такого рода являются мобильные средства. Обследование досматриваемых автомобилей на предмет наличия в них ядерных материалов и радиоактивных веществ в произвольной точке местности может осуществляться комплексом радиационного контроля «Янтарь-МА-01».

Транспортной базой комплекса является микроавтобус, в котором установлено оборудование, необходимое для обнаружения источников ионизирующих излучений (рис. 67):

- комбинированный модуль детекторов МДК-01 в составе нейтронного и гамма-детектора;
- модуль зарядки и электропитания МЗП;
- блок электропитания и обработки данных БПО;
- модуль датчика присутствия МДП;
- блок оповещения БОП;
- автоматизированное рабочее место на базе промышленного планшетного компьютера с блоком питания БП.

Комплекс регистрирует гамма- и нейтронные излучения в зоне высотой 3 м. В процессе контроля скорость досматриваемого объекта не должна превышать 15 км/ч.

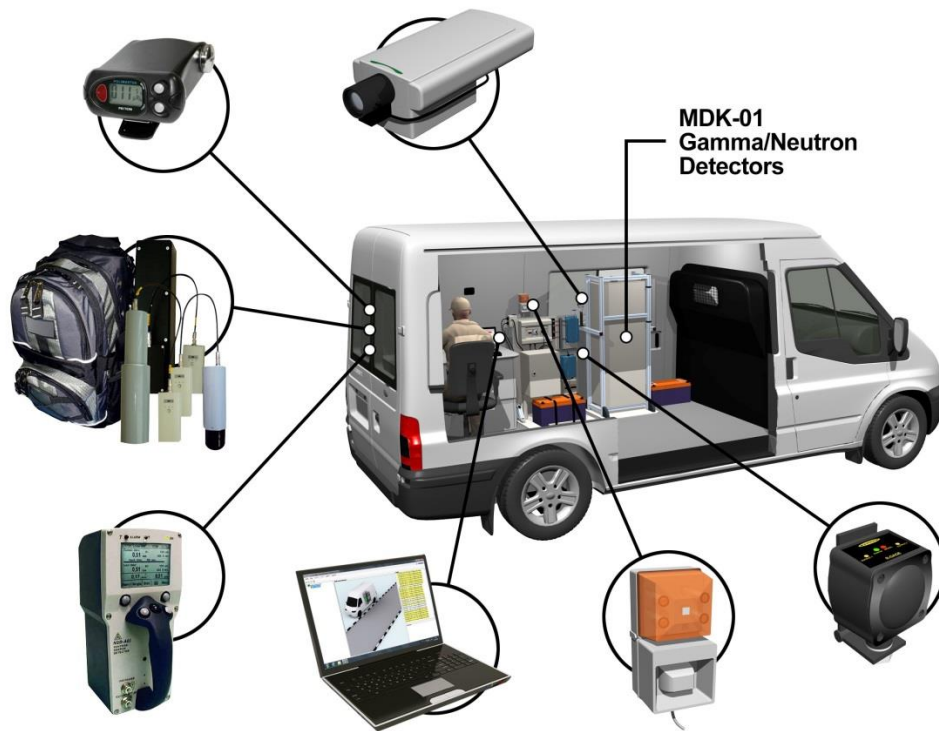


Рис. 67. Состав комплекса радиационного контроля «Янтарь-МА-01»

При выполнении перечисленных условий оборудование комплекса позволяет обнаруживать высокообогащённый плутоний массой не менее 5 г и высокообогащённый уран массой не менее 312 г. Кроме этих веществ обнаруживаются кобальт-60 с активностью 245 тысяч распадов/с и более, барий-133 с активностью 390 тысяч распадов/с и цезий 137 с активностью 490 тысяч распадов/с и более.

Мощность, потребляемая оборудованием комплекса, не превышает 80 Вт. Его работоспособность сохраняется в температурном диапазоне от +5 до +50 °С.

### 3.4. Мобильные комплексы досмотра с использованием обратно рассеянных рентгеновских лучей

Мобильные комплексы для гласного и негласного досмотра автотранспорта с использованием технологии построения изображения обнаруживаемых объектов обратно рассеянными рентгеновскими лучами «Дозор» и МРК-1 могут использоваться на улицах населённых пунктов и на любых автодорогах. Оборудование комплексов размещено в автофургонах небольшого объёма «Мерседес» и «Форд» (рис. 68).



Рис. 68. Транспортная база комплексов «Дозор» (слева) и МРК-1

Работа оборудования основана на облучении исследуемого объекта рентгеновскими лучами, обладающими небольшой энергией, приёме излучения, отражённого от досматриваемого объекта и формировании на основе принятой информации изображений предметов, находящихся в укрывающей среде (рис. 69). Это значительно расширяет сферу применения комплекса, так как для обследования объектов не требуется двухсторонний доступ к ним (источник и приёмник рентгеновских лучей находятся в одном автофургоне).



Сканирование объектов до 6 м в высоту

Сканирование объектов высотой до 6 м

Рис. 69. Принцип работы комплекса «Дозор»

К особенностям обратно рассеянного излучения относятся:

- фотографическое качество и высокая детализация изображений;
- возможность выявления опасных органических веществ (взрывчатки, наркотиков);
- возможность сканирования объектов в движении и в потоке транспорта;
- низкий уровень рентгеновского излучения, требуемый для досмотра и малые дозы облучения, получаемые досматриваемыми объектами.

Изображения, получаемые при досмотре, позволяют чётко разделять объекты, содержащие органические и неорганические вещества (рис. 70). Органические вещества содержатся во взрывчатке и в теле человека.



Рис. 70. Изображения, формируемые рассеянным излучением (слева – закладки в полостях автомобиля, справа – лица с оружием в автомобиле)

Эти объекты на получаемом изображении отображаются светлым тоном (градациями серого цвета). Плотные металлические предметы (не содержащие органики) выглядят тёмными.

В состав оборудования комплекса могут входить средства радиационного контроля, которые фиксируют гамма- и нейтронное излучения, обычно сопутствующие ядерным материалам и радиоактивным веществам, находящимся в досматриваемом объекте.

Комплекс позволяет осуществлять досмотр автотранспорта в нескольких вариантах:

- в движении при проезде возле стоящего объекта досмотра;
- на стоянке при движении объекта досмотра возле комплекса;
- в движении при обгоне объекта досмотра комплексом;
- в движении при обгоне комплекса объектом досмотра.

Относительная скорость перемещения комплекса и объекта во всех случаях должна находиться в пределах от 0,5 до 10 км/ч. При выполнении этого условия «Дозор» обеспечивает:

- проникающую способность рентгеновских лучей на расстоянии 1,5 м от комплекса в 6 мм (по стальному эквиваленту);
- обнаружение оператором на получаемом изображении досматриваемого объекта, находящегося на удалении 1.5 м от комплекса, предметов с линейными размерами 7 мм; более крупные предметы можно различить при взаимном удалении комплекса и обследуемого автомобиля от 8 до 15 м; форма предметов распознаётся оператором при расстояниях от комплекса до объекта досмотра от 5 до 10 м.



Рис. 71. Комплекс «Дозор» с оборудованием проникающего излучения

Комплекс может использоваться с дополнительным прицепом, в котором размещается оборудование для досмотра объектов проникающим излучением (рис. 71). С помощью этого оборудования в неподвижном положении комплекса возможно получение двух изображений, сформированных проникающим и обратно рассеянным излучением, что увеличивает вероятность обнаружения подозрительных предметов в грузах и других объектах (рис. 72, 73).



Рис. 72. Использование комплекса для досмотра объектов обратно рассеянным и проникающим излучением

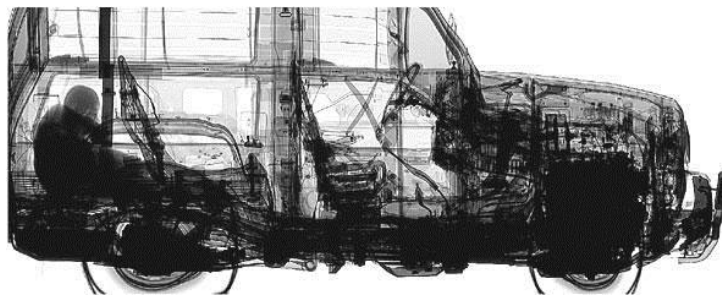


Рис.73. Изображение досматриваемого объекта, сформированное проникающим излучением комплекса «Дозор»

Аналогичными возможностями обладает комплекс отечественного производства МРК-1. Он позволяет производить досмотр на расстоянии до обследуемого объекта от 0,5 до 2,0 м. При этом образуется сектор контроля с размерами по вертикали от уровня земли от 0,3–2,3 до 0,0–3,1 м. Разрешающая способность комплекса на расстоянии 0,5 м достигает 5 мм и уменьшается до 20 мм с увеличением расстояния до 2,0 м.



Рис. 74. Изображение человека, создаваемое МРК-1 с расстояния 3 м

Высокий уровень безопасности для человека и окружающей среды, обеспечиваемый рассмотренными комплексами в процессе их использования, позволяет применять эти средства для досмотра лиц на границах контролируемых зон при проведении массовых мероприятий (рис. 74).

### 3.5. Портативные рентгеновские сканеры обратно рассеянного излучения

В портативных сканерах обеспечивается возможность их транспортировки и использования одним человеком. К их числу относятся «Ищейка» и «Ватсон».

«Ищейка» представляет собой портативный рентгеновский сканер, который, как и комплексы «Дозор» и МРК-1, использует энергию обратно рассеянных лучей для формирования изображения объектов, находящихся в укрывающей среде. Он обеспечивает обнаружение объектов из органических веществ (наркотиков, взрывчатки, валюты и других предметов), скрытых в средах из **неметаллических** материалов (рис. 75). Небольшие габариты сканера дают возможность обследования обратно рассеянным рентгеновским излучением любых носимых вещей, а также полостей в различных строительных и иных конструкциях.



Рис. 75. Рентгеновский сканер «Ищейка»

Кроме того, небольшие размеры позволяют использовать это устройство в пространствах очень небольшого объёма: в кабинах и салонах автомобилей, в фюзеляжах самолетов, вагонах поездов и т.п. (рис. 76, 77).



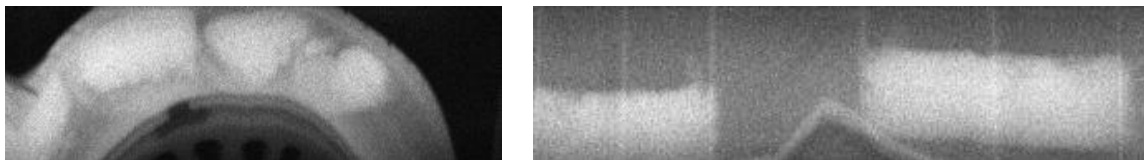


Рис. 76. Обследование сканером «Ищейка» колёс и сидений легкового автомобиля (обнаружены имитаторы наркотиков)

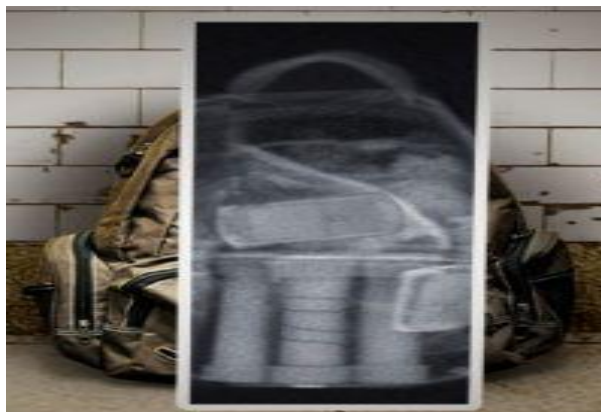


Рис. 77. Изображение содержимого сумки, оставленной без присмотра

Досмотр подозрительных объектов сканером осуществляется без их перемещения, что, в определённой мере, обеспечивает безопасность работы оператора с этим прибором.

Размеры сканера (29,2 x 24,9 x 19,3 см) и масса (4 кг) позволяют работать с ним одному человеку. Средняя скорость сканирования составляет около 15 см/с. Полностью заряженная аккумуляторная батарея обеспечивает работу прибора около четырех часов при загрузке в 25 %. Работоспособность сканера сохраняется в диапазоне температур окружающей среды от 0 до +45 °С.

К положительным особенностям сканера можно отнести:

- портативность (малые габариты и масса);
- автономное электропитание от встроенной аккумуляторной батареи;
- безопасность для человека и окружающей среды;
- удобный интерфейс пользователя с построением изображения обнаруженных объектов на экране монитора;
- возможность обнаружения объектов из органических материалов (взрывчатки и наркотиков).

Из недостатков следует отметить невозможность обследования пространств за металлическими преградами.

Сканер «Ватсон», как и «Ищейка», является портативным, но отличается возможностью обнаружения предметов, находящихся за металлическими преградами.



Рис. 78. Комплект сканера «Ватсон»

Сканер Ватсон представляет собой портативный (ручной) рентгеновский аппарат для досмотра оптически непрозрачных полостей, в котором реализован метод регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения. Внешний вид аппарата представлен на рис. 78.

Комплект сканера включает:

- сканирующее устройство;
- два автономных источника электропитания;
- сетевой адаптер;
- кофр для хранения и транспортировки;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт.

Возможности аппарата определяются его характеристиками. К числу основных характеристик относятся:

- предельная толщина преграды, за которой возможно обнаружение предмета: из дерева — 50 мм, из алюминия — 12 мм, из стали — 1,5 мм;

- толщина преграды, за которой обнаруживается предмет массой 10 г с объёмной плотностью  $0,5\text{--}2\text{ г/см}^3$ : из дерева — 40 мм, из алюминия — 10 мм, из стали — 1 мм;

- максимальная глубина проникновения рентгеновских лучей за укрывающую среду — 300 мм;

- скорость сканирования — 10 см/с;

- габариты сканирующего устройства — 323 x 173 x 71 мм;

- масса сканирующего устройства — 2,4 кг;

- масса пояса с аккумуляторным блоком — 1,8 кг;

- диапазон температур, в котором сохраняется работоспособность аппарата — от  $-30$  до  $+50$  °С.

Особенностью «Ватсона» является отсутствие средств формирования и отображения изображений обнаруживаемых предметов.

При включённом сканере рентгеновское излучение, создаваемое генератором в виде плоского, расходящегося под углом 40 или 60 ° веера, направляется на сканируемую оптически непрозрачную поверхность. Встречаясь с поверхностью и находящимися за ней предметами, рентгеновские лучи поглощаются и отражаются (рассеиваются) ими. Рассеянные лучи принимаются (регистрируются) приёмником (детектором) прибора. Текущие уровни принятого рассеянного излучения отображаются в виде чисел на дисплее сканирующего устройства.

Изменение текущих показаний при сканировании прибором всей укрывающей поверхности указывает на наличие за ней либо элемента внутренней структуры этой поверхности, либо скрываемого вложения.

Зная внутреннюю структуру поверхности, оператор, используя прибор, может получить сведения о наличии вложений и их габаритах.

Сканер может работать в нескольких режимах.

В дежурном режиме включается электропитание, проводится самотестирование прибора, генератор рентгеновского излучения находится в выключенном состоянии, сканер готов к переводу в режим измерения.

Для перевода в режим абсолютного измерения включается генератор рентгеновского излучения. Прибором сканируется исследуемый объект, и оператор контролирует показания дисплея: отображаемые на нём числа прямо пропорциональны уровням рассеянного излучения в точках измерений.

Режим относительного измерения отличается от предыдущего тем, что отображаемые на дисплее числа представляют собой разность между уровнями рассеянных рентгеновских лучей в точках измерений и в точке, принятой за базовую (опорную).

Органы управления сканирующего устройства аппарата «Ватсон» представлены на рис. 79.



Рис. 79. Органы управления сканера «Ватсон»

«Ватсон» при досмотре может обеспечивать обнаружение вложений в дверях, сиденьях, бензобаках, колёсах, стенках кузовов автотранспортных средств, за технологическими люками авиатранспорта, в пространстве между внутренней и внешней обшивкой пассажирских вагонов и в других тайниках.

### 3.6. Портативные системы досмотра днища автотранспорта

Портативные системы досмотра днища автотранспорта должны иметь надежную конструкцию и высокую степень защиты от воздействия природных факторов для длительной эксплуатации в различных условиях.

Ещё одним требованием к таким системам является возможность быстрого развёртывания их на выбранном рубеже и последующего свёртывания и перемещения одним человеком без проведения каких-либо строительных или монтажных работ. Они могут устанавливаться на въездах на территории аэропортов, таможенных и грузовых терминалов, парковок и других объектов, а также выездах с этих территорий. Кроме того, их удобно использовать в составе подвижных пунктов контроля при обеспечении безопасности на массовых и других мероприятиях.

**Портативная система досмотра  
днища UVSS-MVS-A**



Рис. 80. Состав портативной системы досмотра днища автотранспорта

Один из образцов подобных систем представлен на рис. 80. Система UVSS-MVS-A содержит сканирующий модуль, блок управления и камеру съёмки процесса сканирования. Она формирует цветное изображение днища автомобиля с высоким разрешением при пересечении им рубежа досмотра на скорости до 30 км/час. Работоспособность всего оборудования, установленного на дорожном полотне и обочине дороги, сохраняется при температурах окружающей среды от  $-40$  до  $+60$  °С.



Рис. 81. Состав системы VSUVSS

Ещё одна система (VSUVSS, рис. 81) создаёт изображение днища автомобиля с высоким уровнем детализации, не создавая задержек в движении транспорта. Сканирующий модуль системы имеет массу 12 кг и габариты 550 x 360 x 85 мм. Модуль защищён от пыли, воды и сохраняет работоспособность при температуре воздуха от  $-40$  до

+60 °С. Масса всего комплекта составляет 34 кг при размерах транспортировочного ящика 600 x 410 x 300 мм.

Система позволяет досматривать автотранспорт шириной до 4 м с клиренсом от 60 до 2000 мм.



Рис. 82. Пункт контроля днища автомобиля

Положительными особенностями системы являются:

- мобильность и простота установки на рубеже контроля (рис. 82);
- формирование изображения днища автомобиля за время не более 1 с после пересечения им рубежа досмотра (рис. 83);
- высокое разрешение получаемого изображения (2048 пикселей);
- достаточно высокая скорость, сохраняемая автомобилем в процессе досмотра (до 30 км/ч);
- возможность сравнения изображений, полученных при многократных пересечениях автомобилем рубежа досмотра;
- возможность распознавания государственных номерных знаков транспортного средства и его идентификации.

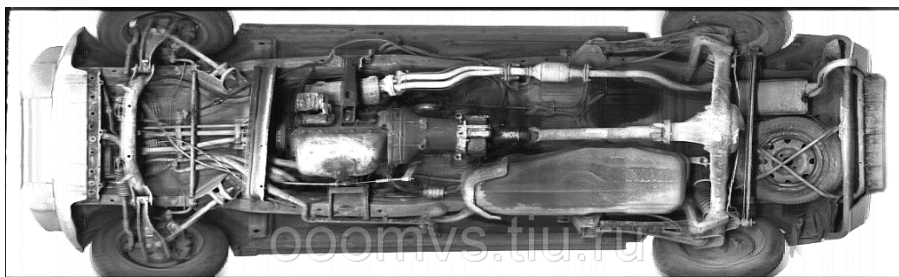


Рис. 83. Изображение днища автомобиля, сформированное системой

### 3.7. Мобильные и портативные технические средства досмотра человека

Мобильные и портативные технические средства досмотра человека представляют собой устройства, позволяющие перемещать их в любую точку местности, быстро развёртывать и использовать по назначению. Одним из таких средств является пассивный сканер миллиметровых волн, излучаемых телом человека, Rapiscan WaveScan 200P.

Rapiscan WaveScan 200P является мобильным комплексом персонального досмотра, который может легко перевозиться в нужное место, быстро устанавливаться и использоваться для обнаружения скрытых на теле и в одежде человека подозрительных предметов (рис. 84). Rapiscan WaveScan 200P оснащён работающим в реальном масштабе времени сканером, интегрированной с ним видеокамерой, встроенным компьютером и современным интеллектуальным устройством детектирования видеосигнала.



Рис. 84. Мобильный комплекс миллиметровых волн для досмотра человека

Входящий в состав комплекса пассивный сканер миллиметровых волн последовательно регистрирует энергию этих волн, излучаемых каждой точкой тела человека. Энергия волн, излучаемых телом, отличается от энергии волн, излучаемых предметами, находящимися на теле человека или в его одежде. Возникает возможность обнаружения скрытых предметов путём фиксации разности энергий милли-

метровых волн, излучаемых телом человека и укрытыми одеждой предметами.

Комплексом формируются изображения человека в полный рост, которые дают возможность оператору при минимальном уровне подготовки обнаруживать скрытые на теле досматриваемого лица предметы и в большинстве случаев распознавать их в режиме реального времени. Система обработки изображений позволяет обнаруживать предметы с размерами 5×5 см и более. Местоположение подозрительных объектов выделяется на изображении яркими цветными рамками (рис. 85).

Устройство детектирования видеосигнала, обнаружив подозрительный объект, выдаёт оператору сигнал тревоги, и оператор на изображении определяет местоположение скрытого предмета без физического досмотра. Таким образом, WaveScan 200P позволяет проводить «виртуальный» личный досмотр в дистанционном режиме без прямого контакта оператора комплекса с досматриваемым лицом.



Рис. 85. Отображение скрытого опасного предмета на изображении, полученном с помощью WaveScan

Кроме того, используемые в системе WaveScan 200P детекторы миллиметровых волн не отображают анатомическое строение человека, что обеспечивает защиту тайны личной жизни досматриваемых лиц.

Графический интерфейс пользователя Rapiscan Systems удобен в работе. Операторы системы WaveScan 200P, получившие необходимую подготовку, могут находить укрытые предметы в режиме реального времени, наблюдая за пиктограммами на двух изображениях: сформированном миллиметровыми волнами и полученном с использованием телевизионной камеры. Телевизионные изображения и изображения, полученные пассивным сканированием миллиметрово-

го излучения тела человека, архивируются в цифровом виде для последующего просмотра, анализа или использования в качестве доказательств.

Комплекс сканирует миллиметровые волны, излучаемые телом человека в диапазоне частот от 80 до 100 ГГц, обеспечивая пропускную способность до 720 человек в час при благоприятных условиях. Формирование изображения человека осуществляется в течение 0,5 с. Электропитание устройств комплекса осуществляется от источника переменного тока с напряжением от 90 до 265 В и с частотой от 47 до 63 Гц. Предусмотрена возможность электропитания от аккумуляторов, которые обеспечивают непрерывную работу в течение 8 ч. Потребляемая мощность при этом не превышает 150 Вт. При габаритах 134 x 41 x 78 см комплекс весит 100 кг, перевозится в транспортном средстве и устанавливается в точке досмотра за 5 мин.

WaveScan 200P может использоваться автономно или в комбинации с другим оборудованием досмотра фирмы Rapiscan Systems, что позволяет создать интегрированную систему досмотра с несколькими различными каналами обнаружения скрытых предметов.

### ***Портативный пассивный сканер миллиметровых волн***

Необходимость в досмотре человека возникает не только на оборудованных рубежах. В таких случаях необходимо иметь портативную технику. К числу портативных технических средств относится прибор AllClear.

Принцип работы этого обнаружителя предметов, находящихся на теле человека или в его одежде, не отличается от реализованного в WaveScan 200P. Внешним видом прибор напоминает портативный металлоискатель (рис. 86).



Рис. 86. Принцип работы портативного сканера миллиметровых волн

При такой форме прибор удобно использовать для сканирования всей поверхности тела человека, начиная от головы и заканчивая ступнями. Процесс сканирования не приводит к формированию изображений тела человека и предметов, находящихся на нём. Признаком наличия объекта, находящегося под одеждой, является разность уровней излучений миллиметровых волн в области объекта и в смежных с ней областях. Для обнаружения таких аномалий используется светодиодная панель, содержащая семь элементов, чувствительных к излучению в миллиметровом диапазоне волн. Уровень излучения тела, не закрытого никакими предметами, кроме одежды, принимается как базовый (фоновый). Любое обнаруженное чувствительными элементами превышение этого уровня (или обнаружение пониженного значения) приводит к срабатыванию системы индикации. Светодиоды отображают область имеющейся аномалии в уровнях. Кроме того, индикация может осуществляться звуковым сигналом или вибрацией корпуса прибора.

Прибор AllClear имеет небольшие размеры (467 x 90 x 72 мм) и массу (680 г). Для электропитания этого портативного изделия используется аккумуляторная батарея, заряда которой хватает на 16 ч непрерывной работы. Из органов управления прибор имеет три кнопки: включения, выбора вида индикации обнаружения предметов и сброса настроек в первоначальное состояние.

### ***Портативный инфракрасный сканер "Game Changer iR"***

Принцип досмотра с использованием инфракрасных сканеров Iscon рассмотрен ранее. Портативный вариант инфракрасного сканера предназначен для оперативного контроля (досмотра) граждан с целью обнаружения веществ, материалов и изделий, скрытых на их теле и в одежде. Состав и внешний вид "Game Changer iR" представлены на рис. 87.



Рис. 87. Портативный инфракрасный сканер

Некоторые характеристики сканера приведены в таблице 12.

Таблица 12

**Основные характеристики портативного инфракрасного сканера**

Среднее время сканирования человека и анализа изображения	30-60 с
Длина	44,5 см
Ширина	12,7 см
Высота	29,5 см
Масса	2,5 кг
Размер дисплея	4,3" (собственного встроенного дисплея) и 10" (нетбука)
Требования к электропитанию	110-220 В, 50–60 Гц
Условия эксплуатации	От 0 до +35 °С при влажности до 95% (без конденсации)

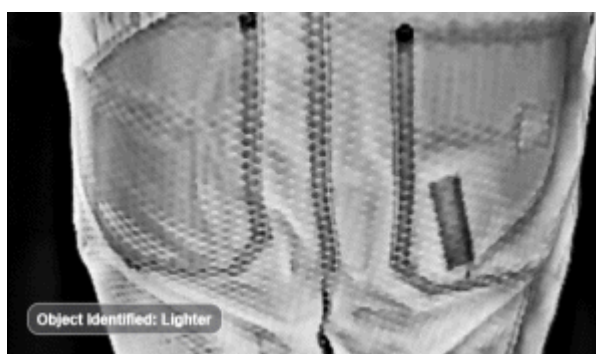


Рис. 88. Изображение зажигалки, сформированное ИК сканером

Сканер "Game Changer iR" обладает рядом положительных сторон:

- имеет простую компактную конструкцию и небольшую массу, которые позволяют переносить устройство одним человеком (оператором), оперативно развёртывать его в любом месте (с положительными температурами) и применять по назначению;
- обнаруживает изделия из металла и оповещает об этом оператора до формирования их изображения на экране сканера;
- при досмотре исключает вторжение в личную жизнь обследуемых лиц;
- обнаруживает скрытые предметы в режиме реального времени;
- позволяет обнаруживать объекты, скрываемые на внутренних поверхностях бёдер, в паховой области и под головными уборами;
- выдаёт оператору высокоинформативные изображения (рис. 88);
- обнаруживает ёмкости с жидкостями.

Рассмотренные мобильные и портативные средства позволяют проводить досмотр транспортных средств и граждан в любых условиях.

### **Контрольные вопросы.**

1. Сравните возможности мобильного и стационарного инспекционно-досмотровых комплексов.
2. В каких условиях может осуществляться негласный досмотр автотранспорта мобильным комплексом обратно рассеянных рентгеновских лучей?
3. Назовите существенные отличия портативных и стационарных комплексов досмотра днища автомобилей.
4. Можно ли применять портативные рентгеновские сканеры обратно рассеянного излучения для обследования человека?
5. Назовите мобильные и портативные технические средства досмотра человека и перечислите возможности каждого из них.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение транспортной безопасности ставит сложные задачи перед разработчиками и производителями техники досмотра транспортных средств и человека. К такой технике предъявляются противоречивые требования. С одной стороны, досмотр должен занимать минимальное время (буквально секунды), а с другой – необходимо с вероятностью, близкой к единице, обнаруживать любые предметы и вещества, незаконно помещённые в транспортное средство, в перевозимый в нём груз или на тело и в тело человека.

Анализ сведений, представленных в пособии, позволяет сделать вывод, что досмотр наземных транспортных средств (локомотивов, железнодорожных вагонов, грузовых и легковых автомобилей, автопоездов) без их разгрузки может осуществляться с использованием проникающего рентгеновского излучения, дающего возможность получать теневые изображения всех объектов, находящихся в транспортном средстве. Для этого могут применяться стационарные и мобильные инспекционно-досмотровые комплексы, мобильные и портативные рентгенотелевизионные установки, томографы. Средства зондирования транспорта и грузов быстрыми мечеными нейтронами и радиационные мониторы повышают вероятность обнаружения опасных веществ. Современные технологии досмотра дают возможность с высокой вероятностью предотвращать перемещение на транспортных средствах объектов, полученных в результате преступлений или предназначенных для их совершения.

Досмотр днища наземного транспорта в настоящее время осуществляется специальными комплексами, в которых изображение днищевой поверхности с необходимым разрешением формируется несколькими телевизионными камерами под управлением специальной компьютерной программы. Сформированное изображение передаётся по кабелю на монитор оператора системы и выводится на его экран, а также фиксируется в накопителе визуальной информации.

Основным направлением совершенствования техники досмотра транспорта является комплексирование в ней различных способов формирования изображений досматриваемых объектов.

При досмотре человека проникающее рентгеновское излучение используется ограниченно — только в тех случаях, когда существует подозрение, что в его тело (в естественные полости или хирургическим путём) внедрены запрещённые к обороту предметы. Проника-

ющие рентгеновские лучи в любом случае нельзя назвать полезными для здоровья человека.

Любые предметы, находящиеся на теле человека и в его одежде, обнаруживаются средствами досмотра, основанными на облучении человека рентгеновскими лучами малой мощности (для получения обратно рассеянного рентгеновского излучения) или миллиметровыми радиоволнами, безопасными для здоровья людей, а также путём приёма радио- или инфракрасных волн, излучаемых телами этих людей. Кроме того, уже внедряются образцы техники досмотра человека с использованием электромагнитных волн терагерцевого диапазона. К недостатку всех этих способов относится невозможность обнаружения объектов, помещённых в полости тела.

Комплексное использование разнообразной техники даёт возможность производить досмотр транспортных средств, грузов в них, водителей и пассажиров за приемлемое время, которое, однако, нуждается в дальнейшем сокращении.

Полиция Российской Федерации может использовать информацию, регистрируемую перечисленными выше техническими средствами, для предотвращения, раскрытия преступлений, изобличения преступников и в других целях, направленных на обеспечение правопорядка и безопасности.

## Список рекомендуемой литературы

### Нормативно-правовые акты

1. Конституция Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года.
2. Федеральный закон от 12.08.1995 № 144-ФЗ (с изменениями на 29.06.2015 г.) «Об оперативно-розыскной деятельности».
3. Федеральный закон от 07.02.2011 № 3-ФЗ (с изменениями на 15.09.2015 г.) «О полиции».
4. Федеральный закон от 09.02.2007 № 16-ФЗ (с изменениями на 13.07.2015 г.) «О транспортной безопасности».
5. Указ Президента РФ от 31.03.2010 № 403 «О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте».
6. Распоряжение Правительства РФ от 30.07.2010 № 1285-р «Об утверждении Комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте» (с изменениями на 11.12.2013).
7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 23.07. 2015 № 227 «Об утверждении Правил проведения досмотра, дополнительного досмотра, повторного досмотра в целях обеспечения транспортной безопасности».
8. ГОСТ Р 55249–2012. Воздушный транспорт. Аэропорты. Технические средства досмотра. Общие технические требования.
9. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ – 99/2010).

### Основная литература

1. Бочкарев А. Н. Специальная техника и многоуровневые системы досмотра багажа авиапассажиров / Бочкарев А. Н., Бочкарев И. А. // Специальная техника. 2012. № 1. С. 31 – 36.
2. Гмарь А.Д. Досмотровые комплексы аппаратуры для контроля крупногабаритных автотранспортных средств и грузов / Гмарь А.Д., Лебедев М.Б., Осадчий С.А., Усачев Е.Ю., Чахлов С.В. // Спецтехника и связь. 2014. № 4. С. 21 – 25.
3. Грачёв Ю.А. Специальная техника органов внутренних дел. Особенная часть: учебник / Грачев Ю.А., Демидов В.А. – СПб: Изд-во СПб ун-та МВД России. ООО «Р-КОПИ», 2016. – 232 с.

4. Захряпин Н.Ю. Успехи и проблемы в реализации Комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 6 (49). С. 52–54.

5. Кокорева И. Рентгеновские комплексы в системах инспекционно-досмотрового контроля / Кокорева И., Щелкунов Г. // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2007. № 4. С. 36 – 41.

6. Огородников С.А. Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035 / Огородников С.А., Симочко С.В., Малышенко Ю.В. // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2014. № 1 (66). С. 70 – 82.

7. Сапожников М.Г. Детектор взрывчатых веществ ДВИН-1 для нужд транспортной безопасности // Транспортная безопасность и технологии. 2012. № 2 (29). С. 120–121.

8. Специальная техника органов внутренних дел: учебник: в 2 ч. – М.: ДГСК МВД России, 2014. – Ч. 1. – 264 с.

#### **Дополнительная литература**

Справочник по физике. Формулы, таблицы, схемы / под. ред. Х. Штёкера. – М.: Техносфера, 2009. – 1264 с.

#### **Электронные ресурсы**

1. Техника для спецслужб. Бюро научно-технической информации: сайт. URL: <http://www.bnti.ru> (дата обращения: 10.03.2017).

2. Техника для спецслужб: сайт. URL: <http://www.t-ss.ru> (дата обращения: 10.03.2017).

## **ДЛЯ ЗАМЕТОК**

## **ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

Учебное издание

**Грачёв Юрий Александрович,**  
*кандидат педагогических наук, доцент;*  
**Демидов Владимир Афанасьевич,**  
*кандидат военных наук, доцент*

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ДОСМОТРА  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Учебное пособие

Редактор *Корчуганова И.А.*  
Компьютерная верстка *Савиных А.И.*  
Дизайн обложки *Савиных А.И.*

---

Подписано в печать 19.06.2017 Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Печать цифровая. Объем 7 п.л. Тираж 200 экз. Заказ № 26/17

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете МВД России  
198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1.