

Возможности методов неразрушающего контроля в обеспечении национальной безопасности

А.В. Ковалев, доктор технических наук, профессор
НИИ Интроскопии МНПО "СПЕКТР", Москва

На рубеже XX и XXI вв. мировая цивилизация столкнулась с новыми террористическими угрозами и вызовами как на глобальном, так и на национальном уровне. Терроризм сегодня становится бесконечно жестоким, а террористические акции – масштабными. Целые регионы мира стали очагами террористической деятельности, которые способны перерасти в полномасштабные военные действия.

Серьезность проблемы состоит в том, что терроризм вышел на новый виток развития. Объектом нападения могут становиться вода, средства связи и управления, транспорт, авиалинии, источники энергии, компьютерные системы и другие объекты инфраструктуры. Из всех форм террористической деятельности наибольшую угрозу для глобальной безопасности представляет овладение террористами оружием массового поражения – ядерным, биологическим, химическим, психотропным.

Со всей очевидностью ясно, что одной из актуальнейших проблем развития общества была и остается безопасность, борьба с терроризмом, преступностью и экономическими правонарушениями. Эффективность решения этой проблемы неразрывно связана с уровнем технической оснащенности служб безопасности всех уровней, силовых структур и правоохранительных органов аппаратными средствами (рис. 1).

Важное место среди многообразных антитеррористических средств принадлежит поисково-досмотровой технике и криминалистическому

оборудованию, в том числе основанном на методах интроскопии и неразрушающего контроля.

Высокая информативность методов интроскопии обусловлена использованием практически всего частотного диапазона электромагнитного спектра, акустических волн, электростатического поля и корпускулярного излучения, что позволяет создавать поисковые аппаратные средства, обеспечивающие "видение" внутренней структуры практически любого объекта контроля в прошедших, отраженных или рассеянных лучах с заданным коэффициентом трансформации размеров изображения. Применение таких поисковых средств является одной из эффективных и действенных форм решения задач противодействия угрозам государственной, социальной, экономической, личной и имущественной безопасности, защиты и сохранения конфиденциальной информации, обеспечения безопасности различных объектов.

В настоящее время с помощью поисковых средств интроскопии проводятся судебно-медицинская экспертиза и анализ подлинности произведений искусства, ценных бумаг, банкнот и документов, определяются подделки, фальшивки. Контроль багажа и почтовых отправок, различных контейнеров и транспортных средств, продуктов питания и сыпучих грузов, строительных конструкций, мебели и предметов обихода позволяет выявлять взрывчатые вещества и устройства; оружие и боеприпасы; пресекать попытки нелегального провоза запрещенных предметов, контрабанды и наркотиков; обнаруживать системы подслушивания

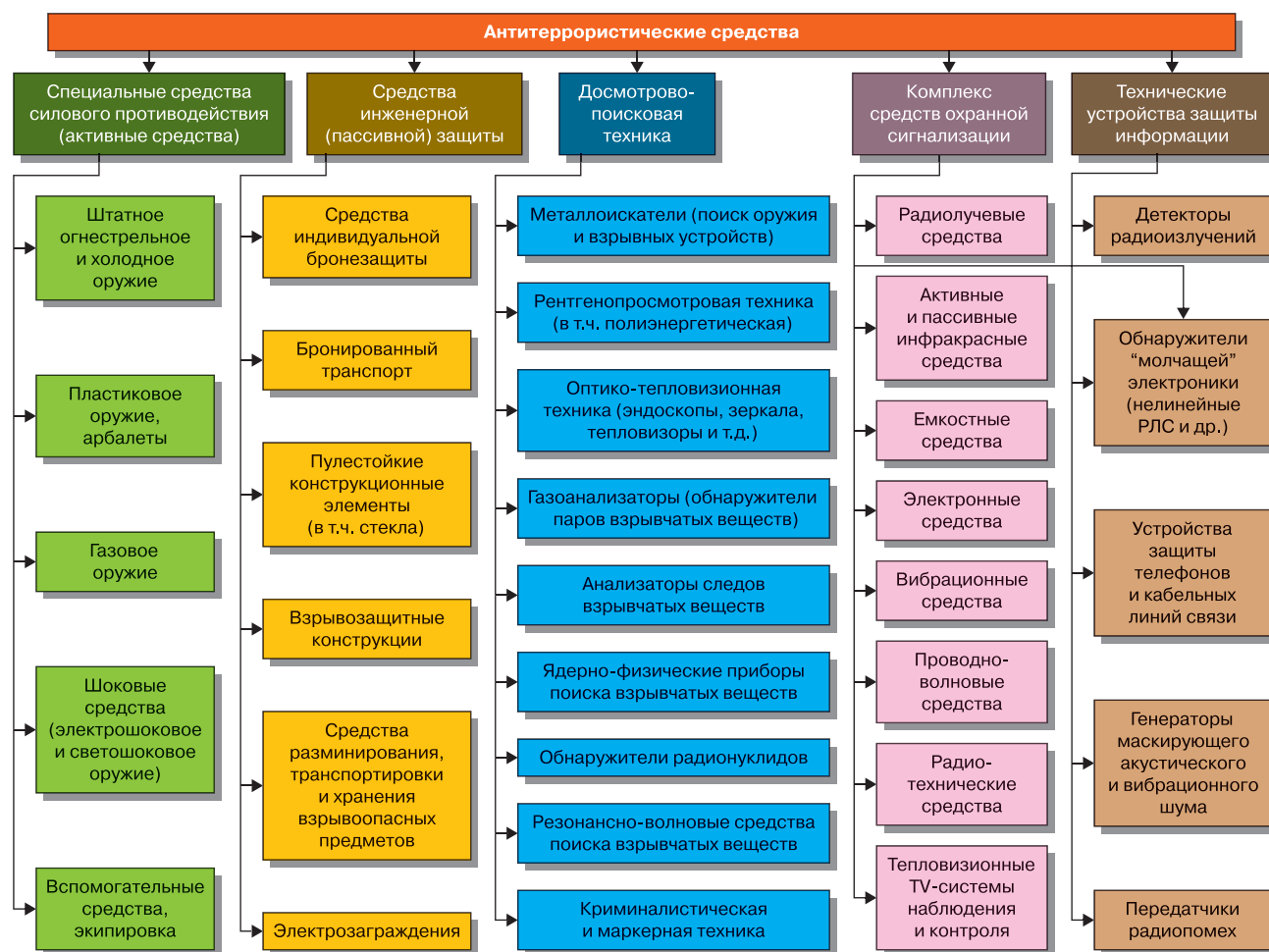


Рис. 1
Примерная структура комплекса антитеррористических средств

и передачи информации; предотвращать террористические акты и т.п.

Основным оружием террористов, применяемым наиболее часто в последнее время, являются взрывные устройства, оказывающие мощное и эмоциональное воздействие на общество. Предпочтение использования террористами взрывных устройств объясняется огромным количеством жертв и величиной применяемого ущерба, простотой достижения цели и низкой стоимостью используемых технических средств.

Предотвращение террористических актов и выявление средств терроризма представляет собой весьма сложную задачу, решение которой требует комплексного использования организационных и технических средств. Большую часть террористических угроз можно предотвратить или ограничить путем перекрытия каналов доставки средств терроризма, основными из которых являются: скрытый пронос людей

ми; провоз транспортными средствами; пересылка по почте. Ограничение доставки средств терроризма требует проведения следующих организационно-технических антитеррористических мероприятий:

- контроль людей и ручной клади;
- контроль багажа;
- обследование подозрительных предметов на месте их обнаружения;
- контроль почтовых отправок на наличие незаконных вложений;
- обследование транспортных средств и грузов.

Поисково-досмотровая техника, являясь частью антитеррористических средств, обеспечивает возможность осуществления эффективных мер по предотвращению террористической деятельности, информационной защите и преступлений в экономической сфере, а также решение задач техногенной и экологической безопасности.

Наиболее эффективный контроль людей и ручной клади может быть обеспечен путем оптимального сочетания различных типов технических средств с организационными мероприятиями.

Основным средством контроля людей являются стационарные и ручные металлоискатели. Металлоискатели (металлообнаружители, металлодетекторы) предназначены для поиска металлосодержащих предметов, скрытых в одежде, обуви или на теле человека.

По способу проведения досмотра металлообнаружители подразделяются на стационарные (проходные) и ручные. Стационарные металлообнаружители конструктивно выполняются, как правило, в виде П-образной арки, в стойках которой располагаются генераторная и приемная антенны. Ручные металлоискатели используются для поиска металлических предметов, скрытых на теле человека, в багаже корреспонденции и т.п.

Ручные металлообнаружители эффективно применяются со стационарными для допроверки и уточнения наличия предметов поиска.

Современные обнаружители имеют чувствительность, достаточную для регистрации металлических предметов массой ~10 г, а уникальные устройства, предназначенные для решения специальных задач, способны регистрировать массу металла менее 1 г.

В последние годы новые технологии и технологические решения позволили создать радиационные системы для контроля человека. Такие системы, использующие обратнорассеянное рентгеновское излучение, позволяют выявлять скрытые на теле человека оружие, взрывчатку и наркотики. Следует отметить, что суммарная дозовая нагрузка при прохождении контроля в несколько сотен раз ниже, чем необходимая дозовая нагрузка при медицинском обследовании (например, флюорографии) человека.

В качестве основного наиболее информативного и эффективного инструмента для досмотра ручной клади и багажа используются различного типа рентгеновские или рентгентелевизионные установки (интроскопы). Рентгентелевизионные установки позволяют в режиме реального времени рассмотреть внутреннюю структуру контролируемого объекта, идентифицировать инородные включения или дефекты. Возможности рентгентелевизионных систем позволяют обнаружить отдельные элементы оружия и взрывных устройств, контейнеры

с опасными вложениями и другие запрещенные к провозу предметы.

Рентгентелевизионные установки делятся на стационарные и мобильные (портативные). Стационарные системы в свою очередь подразделяются на конвейерные (сканирующие) и флюороскопические, выполненные в виде рентгенозащитных камер. Конвейерные установки более распространены и имеют высокие характеристики по скорости и качеству контроля. Скорость конвейерных лент достигает 20–25,5 см/с, что обеспечивает контроль значительного количества людей в потоке. Основными потребителями таких систем являются аэропорты, международные морские и речные порты, а также пункты контроля почтовых отправок. Флюороскопические системы могут эффективно использоваться для решения задач обеспечения безопасности офисов, а мобильная аппаратура предназначена в основном для оснащения временных постов контроля и решения антитеррористических задач.

Существует три основных типа рентгентелевизионных систем: моноэнергетические установки прямого (трансмиссионного) просвечивания; аппаратура на основе технологии двойного уровня энергии зондирующего излучения; система контроля на основе обратнорассеянного (альбедного) излучения.

Установки первого типа наиболее распространены. Известные производители досмотровой рентгентелевизионной техники выпускают оборудование с весьма близкими эксплуатационно-техническими характеристиками. В основу рентгентелевизионных систем заложена модульная конструкция, что позволяет без особых сложностей производить широкий спектр оборудования от простейших мобильных средств до сложных компьютеризированных комплексов. В типовой ряд рентгентелевизионных систем входит оборудование, предназначенное для проверки содержимого предметов, начиная с небольших (почтовая корреспонденция, ручная кладь, багаж авиапассажиров) и заканчивая крупногабаритными грузами, морскими контейнерами, автомобильными фургонами. Такие системы получили название офисных, пассажирских, грузовых, автоматизированных и контейнерных соответственно.

Основным недостатком рентгентелевизионных систем первого типа является так называемый эффект тени, т.е. наложение теневых изо-

бражений предметов, находящихся один за другим, на оси зондирующего излучения, что затрудняет, а иногда исключает возможность выявления незаконных вложений. Отмеченный эффект пытаются использовать при попытках незаконного провоза различных предметов, в том числе и террористических средств.

Последние разработки систем первого типа лишены отмеченного недостатка благодаря формированию псевдообъемного рентгенооптического изображения (3D System). Такое изображение формируется либо за счет специальной конструкции детектора, либо путем формирования стереоизображения. Рентгенотелевизионные системы с двумя и более уровнями энергии ионизирующего излучения (мультиэнергетические), относящиеся ко второму типу рентгенотелевизионных установок, помимо классической визуализации внутренней структуры объектов контроля, позволяют различать органические и неорганические материалы. В современных мультиэнергетических системах реализована технология Hi-MAT, позволяющая с удовлетворительной точностью определять состав материалов по виду – органика, неорганика или композиты. Поскольку большинство взрывчатых веществ относится к классу неорганических соединений, то мультиэнергетические системы, способные производить анализ содержимого объектов контроля в зависимости от атомного веса, являются более эффективным инструментом для выявления взрывчатых веществ и устройств, наркотиков и других запрещенных вложений.

К третьему типу рентгеновских систем контроля относятся устройства, в которых в качестве основного или дополнительно каналов получения информации об объекте контроля используется обратнорассеянное (альбедное) излучение. Системы контроля такого типа могут быть одноканальными, т.е. использующими в качестве информационного только альбедное излучение, и двухканальными. В двухканальных системах информацию об объекте контроля получают путем комбинации результатов обследования на основе традиционного (“теневого”) метода и нового – на основе обратнорассеянного излучения. Такое сочетание обеспечивает получение максимального эффекта при контроле широкой номенклатуры объектов (рис. 2). Следует отметить, что, несмотря на то что такие системы представляют собой весьма сложные компьютеризированные устройства, время контро-

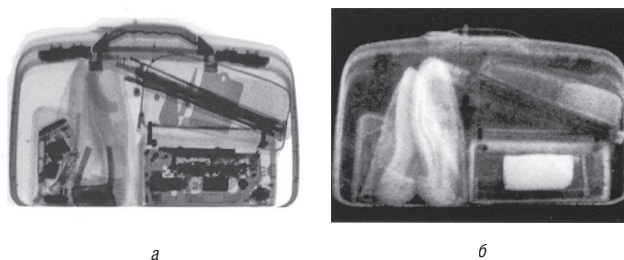


Рис. 2
Рентгенотелевизионные изображения ручной клади, полученные в проходящем (а) и обратнорассеянном (б) излучении

ля единичного объекта составляет десятки доли секунды, а дозовые нагрузки на объект контроля сравнимы с уровнем естественного фона.

Рентгенотелевизионные установки третьего типа используются как для контроля багажа, ручной клади, контейнеров и транспортных средств, так и для выявления контрабанды и средств терроризма, скрытых под одеждой человека. Установки типа BODYSEARCH, использующие обратнорассеянное рентгеновское излучение, позволяют выявлять широкий спектр объектов, скрытно размещенных под одеждой человека (рис. 3). При этом на единичное сканирование в полный рост требуется всего 8 с.

Следует отметить высокую эффективность рентгенотелевизионных установок третьего типа для безопасного контроля легковых автомобилей, автомобильных трейлеров, морских контейнеров в целях выявления такого вида контрабанды, как незаконный перевоз людей, в том числе нелегальных иммигрантов.

К рентгенотелевизионным системам первого типа, помимо названных ранее сканирующих систем, относятся флюороскопические устройства, где рентгенооптическое преобразование осуществляется с помощью флуоресцентного экрана и визуализируется посредством телевизионного канала.

Флюороскопические системы производятся в виде стационарных и мобильных (портативных) устройств. В состав оборудования могут входить различные излучатели и разного размера преобразователи. Применение в флюороскопических системах микрофокусных излучателей резко расширяет их функциональные возможности, позволяет значительно увеличить контрастность получаемых изображений и реализовать режим геометрического увеличения теневого изображения в 5–20 раз. Флюороскопические мобильные рентгенотелевизионные системы, оснащенные процессорными или компьютерными модулями,

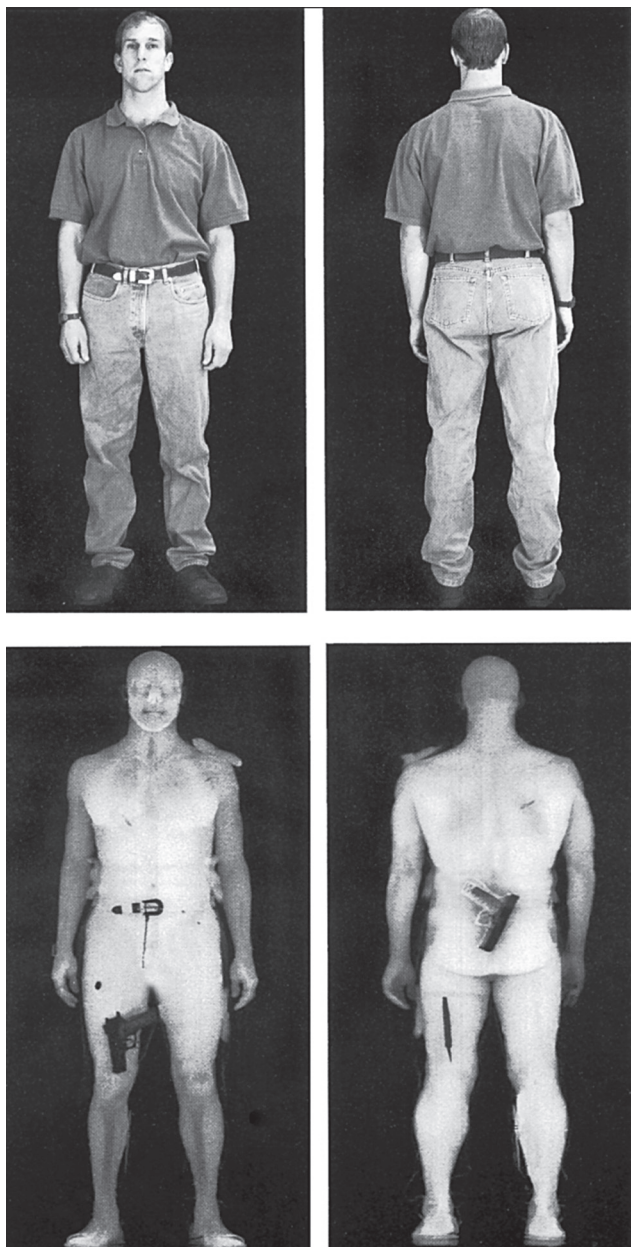


Рис. 3
Телевизионное и радиационно-оптическое изображения «террориста», полученные с помощью установки BODYSEARCH

позволяют осуществлять детальный контроль не только малогабаритных предметов, но и контролировать отдельные узлы и зоны крупногабаритных объектов (например, дверей, бензобаков, днища, баллонов автомобиля).

Легкость достижения цели и практическая анонимность доставки делают почтовый канал одним из основных каналов доставки средств терроризма. В преступных целях почтовый канал используется как для пересылки взрывчатых веществ и устройств, так и для доставки средств совершения преступления.

Поскольку в большинстве случаев взрывное устройство содержит немало металлических деталей, основным средством для проверки почтовых отправок является металлоискатель. Однако и в обычных почтовых отправлениях могут присутствовать металлические предметы: скрепки, скобы, пломбы, наклейки с металлизированными поверхностями, которые вызывают «ложное» срабатывание аппаратуры. Таким образом, при контроле почтовых отправок обязательно должна использоваться рентгено-телевизионная система, визуализирующая внутреннее содержание почтового отправления.

Детекторы взрывчатых веществ – газоанализаторы паров и комплекты химреактивов для обнаружения следовых количеств взрывчатки – также используются для выявления взрывных устройств. Пересылаемые радиоактивные вещества могут быть обнаружены с помощью индикаторов ионизирующих излучений.

Последние результаты в области разработки методов и создания новых технических средств для контроля почтовой корреспонденции, основанных, например, на ядерном квадрупольном резонансе, позволяют надеяться на создание в ближайшее время эффективных технических средств, кардинальным образом решающих задачу контроля ПК. Первые образцы систем контроля на основе метода квадрупольного резонанса, условно названные QED-детекторами (рис. 4), успешно зарекомендовали себя при опытной эксплуатации.

Такая аппаратура определяет наличие взрывчатых веществ и наркотиков внутри упакованных предметов на фоне других органических соединений, причем вероятность обнару-

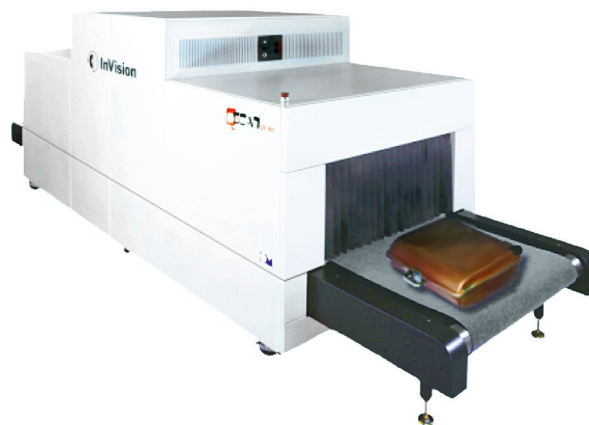


Рис. 4
QED-детектор

жения достигает $\sim 0,99$ при очень низкой вероятности ошибки.

В настоящее время специалистами ведутся работы по созданию технических средств, способных выявлять, а в отдельных случаях и уничтожать, компоненты химического и бактериологического оружия, а также ядовитых и сильнодействующих препаратов, в том числе и психотропных.

В задачу *контроля транспортных средств* входит поиск нелегально провозимых взрывчатых веществ и устройств, людей и таких грузов, провоз которых запрещен или строго регламентирован. Для их скрытого незаконного провоза в транспортном средстве изготавливаются специальные тайники (обычно в дверных полостях и днище автомобиля) или используются конструктивные полости. Часто встраивают дополнительные емкости в баки для горючего или цистерны, полости рамы и стенки кузова. Известны случаи провоза незаконных вложений в покрышках и даже в картере двигателя.

Для контроля транспортных средств организуются временные или стационарные посты контроля, в основную задачу которых входят досмотр автомобилей, грузов и проверка документов. Результативность досмотра зависит как от субъективных факторов (внимательность и опыт работы специалиста, так и от уровня оснащенности поисково-досмотровыми техническими средствами). Высокая эффективность контроля достигается путем комплексного использования аппаратных средств, действие которых основано на разных физических принципах.

Для решения задачи досмотра автомобилей и грузов незаменимы поисково-досмотровые средства, спектр которых достаточно широк. К ним можно отнести такие простейшие средства, как щупы, досмотровые зеркала, фонари-прожекторы, наборы инструментов и др. Более сложными досмотровыми устройствами являются эндоскопы.

Эндоскопы (рис. 5) обеспечивают решение многочисленных задач визуального контроля внутренних плоскостей различных полостей, ниш, осмотра труднодоступных мест, доступ к которым возможен через небольшие отверстия. Различные типы эндоскопов имеют собственные названия. Бороскоп – эндоскоп с жесткой рабочей частью, фиброскоп – гибкий эндоскоп. Основной отличительной особенностью эндоскопов является большое отношение



Рис. 5
Различные типы эндоскопов

длины рабочей части эндоскопа к ее диаметру, что дает возможность контролировать различные полости и ниши без разборки и демонтажа исследуемых объектов.

Эндоскопы подразделяются на следующие группы: жесткие эндоскопы, гибкие волоконно-оптические эндоскопы и видеоэндоскопы. Поскольку, как правило, освещенность в местах проведения контроля крайне низка, в состав эндоскопа включается осветительный блок.

К гибким эндоскопам относятся телевизионные эндоскопы, где оптоволоконный канал наблюдения заменен малогабаритной телевизионной камерой, размещенной на конце рабочей части эндоскопа. В результате такой замены исчезают ограничения на длину рабочей части эндоскопа, а пространственное разрешение определяется только возможностями используемого телевизионного канала.

В настоящее время производятся телевизионные эндоскопы с длиной рабочей части от 2 до 30 м (по спецзаказу длина рабочей части может быть значительно увеличена), диаметром от 4,4 до 17 мм, угол направления наблюдения (изгиба дистального конца) – от 0 до 120°.

Эффективным досмотровым средством является телевизионная камера, размещенная на телескопической штанге (рис. 6). В комплекте с телевизионной камерой используется малога-



Рис. 6
Досмотровая телевизионная система

Рис. 7
Детектор контрабанды на основе рентгеновского излучателя



баритный (как правило, жидкокристаллический) монитор. Камера и монитор объединены электронным модулем, обеспечивающим визуализацию процесса контроля, запись необходимых кадров в блок памяти или трансляцию изображения контролируемых объектов на необходимое расстояние.

Детектор контрабанды (рис. 7) – аппаратура, которая не выявляет непосредственно взрывчатые вещества и устройства или наркотики, но дает возможность обнаруживать скрытые полости и определять наличие в них незаконных вложений. Принцип действия детектора контрабанды основан на определении различий в плотности различных областей контролируемого объекта. В качестве зондирующего излучения в детекторах контрабанды используется гамма- или рентгеновское излучение. Путем сканирования поверхности объекта контроля определяют положение конструктивных или искусственных полостей и определяют наличие в них посторонних вложений.

Наиболее универсальным и информативным средством для досмотра автомобилей являются радиационные интроскопы или рентгенотелевизионные системы.

Для досмотра транспортных средств, а также крупногабаритных контейнеров и грузов используют высокоэнергетические излучатели, обеспечивающие зондирование объектов эквивалентной толщины до 200–300 мм по стали.

Системы контроля транспортных средств, крупногабаритных контейнеров и грузов (СКТС) изготавливаются в стационарном и мобильном вариантах. Как и в случае с аппаратурой для контроля багажа и ручной клади СКТС (рис. 8) изготавливаются в варианте одноканальном, т.е. для прямого просмотра, а также в двухканальном. Такие установки, используя изображения внутренней структуры объекта контроля, полученные в режиме прямого просвечивания и при регистрации обратнорассеянного излучения, значительно повышают вероятность обнаружения незаконных вложений или средств террора.

Радиационные СКТС позволяют обследовать большегрузные трейлеры с габаритными размерами до 19,5×2,4×4,2 м. При этом масса этих транспортных средств может достигать 35–40 т.

Помимо стационарных и мобильных СКТС при досмотре транспортных средств могут эф-



Рис. 8
Различные посты контроля транспортных средств и результат контроля крупногабаритных контейнеров и грузов

фективно использоваться портативные или носимые рентгенотелевизионные установки флюороскопического типа. Такие системы наиболее полезны при детальном контроле дверных полостей, баков с горючим, покрышек и других узлов транспортных средств.

Обобщая опыт применения в антитеррористических целях неразрушающих систем контроля, необходимо отметить, что такая техника находит все более широкое распространение. Ее использование приносит максимальный эффект при выявлении наркотиков, контрабанды и прежде всего оружия, взрывчатых веществ и взрывных устройств.