

Обнаружение взрывоопасных объектов: аппаратурное обеспечение антитеррористических служб

А. В. Кихтенко, К. В. Елисеев

АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ КИХТЕНКО — кандидат химических наук, начальник сектора Сибирского филиала ГУ НПО «Специальная техника и связь» МВД России, майор внутренней службы. Область научных интересов: криминалистика, оперативная техника.

КОНСТАНТИН ВЛАДИМИРОВИЧ ЕЛИСЕЕВ — заместитель начальника отдела ГУ НПО «Специальная техника и связь» МВД России, полковник милиции. Область научных интересов: криминалистика, оперативная техника.

111024 Москва, ул. Пруд Ключики, д. 2, ГУ НПО «Специальная техника и связь» МВД России.

Общий подход к решению задачи поиска взрывоопасных объектов

Методы обнаружения взрывных устройств можно разделить на два основных типа: прямые и косвенные. Прямые методы позволяют сделать вывод о наличии (или отсутствии) в подозреваемом объекте взрывчатого вещества. Эти методы реализуются в газоанализаторах и других аналитических приборах, основанных на физико-химических принципах (спектрофотометрия, газохроматография, ядерный квадрупольный резонанс и др.). Для прямого поиска используются также био-детекторы, прежде всего собаки, обученные минно-розыскной службе. В настоящее время этот метод получил наибольшее распространение. Не менее широко применяются косвенные методы поиска, с помощью которых о возможном присутствии взрывного устройства судят по косвенным признакам: по наличию металлических деталей корпуса, проводов, взрывателя — металлодетекторы; по характерным очертаниям устройства, проводов, взрывателя — рентгено-телевизионные установки; по наличию микросхем, полупроводниковых приборов — нелинейные локаторы.

Относительно технических возможностей обнаружения взрывчатых веществ следует сказать, что среди арсенала современных аналитических методов и приборов не существует (и едва ли возможно существование) универсального метода противодействия террористической угрозе. Разнообразны и сами задачи поиска и обезвреживания взрывоопасных объектов. Поэтому решение этих задач возможно только путем комплексного применения методов и приборов.

Взрывчатые вещества как объект поиска

Для осуществления терактов применение находят практически все бризантные взрывчатые вещества промышленного изготовления. Это, прежде всего, тротил (2,4,6-тринитротолуол), гексоген, ТЭН (тетранитропентаэритрит) и составы на их основе. Кроме того, для взрывных действий используются пластические вещества — так называемая пластиковая взрывчатка, представляющая собой смесь взрывчатого вещества нормальной или высокой мощности с веществами-наполнителями, придающими смеси особые пластико- или резиноподобные свойства. Вопреки

устоявшемуся мнению, такой наполнитель не делает взрывчатое вещество более мощным. Его основное назначение сводится к тому, чтобы придать взрывчатому веществу ту или иную форму и/или обеспечить более плотное прилегание к поверхности, подвергаемой взрывному воздействию.

Подавляющее большинство терактов осуществляется с применением тротила или тротилсодержащих веществ, поскольку они широко применяются в военном деле при снаряжении боеприпасов, а также при проведении взрывных работ гражданского назначения. Технология производства тротила в больших, значимых с практической точки зрения количествах довольно сложна и опасна, поэтому в кустарных условиях это вещество не производится.

С использованием тротила ведется специальное обучение служебных собак. По тротилу проводится проверка чувствительности электронных детекторов и анализаторов взрывчатых веществ. Это связано еще и с тем, что в производстве, при транспортировке и хранении боеприпасы и другие объекты, содержащие взрывчатые вещества иных типов, обычно находятся в непосредственной близости с тротилсодержащими материалами и, следовательно, могут быть загрязнены микрочастицами тринитротолуола, а значит, обладают соответствующим «запахом».

Газоаналитические приборы для обнаружения взрывчатых веществ

В работе газоаналитических приборов, применяемых для обнаружения взрывчатых веществ, фактически копируется принцип, реализуемый при использовании собак, — выявление объекта, содержащего взрывчатое вещество по наличию в окружающем пространстве паров или микрочастиц этого вещества. Лучшие из существующих в настоящее время газоанализаторов по чувствительности и селективности заметно уступают обонянию собаки. Но в то же время газоанализаторы незаменимы в решении ряда задач благодаря таким свойствам и функциям, как возможность работать в течение практически неограниченного времени, идентифицировать тип взрывчатого вещества и документировать результат обнаружения.

Напомним, что чувствительность — это минимальное количество вещества или минимальная концен-

трация паров в воздухе, на которую способен реагировать данный аналитический прибор. Другой важной характеристикой аналитического прибора является селективность — способность достоверно различать химические вещества. Если при невысокой чувствительности газоанализатора снижается вероятность обнаружения, иными словами, увеличивается частота «пропусков», то недостаточная селективность приводит к низкой помехозащищенности прибора и высокому уровню ложных тревог.

Вопреки существующему мнению, что для обнаружения взрывчатки важна лишь чувствительность, а селективность второстепенна, следует отметить, что высокая частота «ложных тревог» ведет к дискредитации прибора, делает его применение неэффективным. Чувствительный и высокоселективный прибор позволяет не только обнаруживать целевое вещество, но и приблизительно определять его тип.

Важной характеристикой с точки зрения обнаружения газоанализатором взрывчатого вещества является давление его насыщенных паров, или летучесть. Взрывчатые вещества значительно различаются по этому параметру. Высоким давлением насыщенных паров обладают нитроглицерин и другие нитроэферы. Меньшую, но достаточную для обнаружения летучесть имеют динитро- и тринитроглицерин (тротил), тетрил, тринитробензол. Трудными для обнаружения с помощью газоанализатора являются ТЭН, гексоген, октоген. Пластиковая взрывчатка на основе этих веществ представляет собой объект наиболее сложный для обнаружения методом газового анализа, поскольку частицы малолетучего взрывчатого вещества закрыты полимерным связующим.

Другим важным фактором для обнаружения являются условия, в которых находится взрывчатое вещество или объект, его содержащий, и прежде всего температура. Так, понижение температуры окружающей среды на 5 °С приводит к двукратному уменьшению давления насыщенных паров тротила. Столь сильная зависимость давления насыщенных паров от температуры особенно характерна для климатических условий, свойственных для России. И как следствие, большая продолжительность низкотемпературных периодов делает проблематичным применение газоанализаторов и приводит к повышенным требованиям к чувствительности приборов. Падение температуры воздуха снижает также эффективность «работы» служебных собак.

С точки зрения чувствительности обнаружения важно то обстоятельство, что если взрывчатое вещество находится без упаковки, то концентрация паров над его поверхностью достигает давления насыщенного пара при данной температуре, но по мере удаления от объекта концентрация быстро снижается за счет разбавления паров воздухом. При комнатной температуре концентрация паров тротила уменьшается до значений, соответствующих порогу чувствительности современных газоанализаторов, уже на расстоянии 15—20 см. Различные типы упаковки, их проницаемость для паров взрывчатых веществ и время нахождения в ней также оказывают существенное влияние на возможности обнаружения.

В применяемых в настоящее время газоанализаторах для обнаружения взрывчатых веществ реализуются два основных метода: спектрометрия ионной подвиж-

ности (дрейф-спектрометрия) и газовая хроматография. Представленные на рынке газоаналитические приборы можно разделить на две основные группы: детекторы и анализаторы.

Детекторы — это портативные приборы, которые обнаруживают присутствие молекул взрывчатого вещества в воздухе, как правило, без отнесения к конкретному типу. Обнаружение происходит в режиме реального времени при прохождении через детектор потока воздуха, отбираемого в непосредственной близости от объекта. Детекторы эффективны при поиске легколетучих взрывчатых веществ, таких как нитроэферы, нитроглицерин (динамиты) и тротил. Для создания приборов данного типа используется метод спектрометрии ионной подвижности (сложная характеристика, зависящая от массы иона, его заряда и строения). Вероятность и степень ионизации молекул вещества в воздухе, непосредственно отбираемом от объекта, сильно зависят от внешних условий, например от влажности. В связи с этим для детектора характерна (и допустима) несколько повышенная вероятность ложных срабатываний. Путем совершенствования как аналитического блока, так и математической обработки получаемых сигналов удается уменьшить влияние негативных факторов и повысить селективность прибора.

В отличие от детекторов, анализаторы способны не только обнаруживать взрывчатые вещества, но и определять их групповую принадлежность к конкретному типу. Для этого производят компьютерную обработку результатов анализа и используют соответствующие банки данных по взрывчатым веществам. Как правило, анализаторы работают с предварительным накоплением пробы, поэтому продолжительность анализа больше, чем в случае детекторов. Анализаторы имеют значительные габариты и массу и более высокое энергопотребление. Существенным преимуществом перед детекторами является большая достоверность получаемой анализаторами информации.

Что касается принципа действия, то анализаторы для обнаружения взрывчатых веществ используют как спектрометрию ионной подвижности, так и газовую хроматографию. Техника реализации первого метода в анализаторе несколько отличается от таковой в детекторе. Проба вещества из воздуха отбирается на специальную салфетку (или картридж), при этом появляется возможность концентрирования вещества на салфетке. При обследовании поверхности документов, на которых могут быть нанесены микроколичества взрывчатого вещества, при досмотре замков и ручек багажа или рук досматриваемого, отбор пробы производится путем протирания салфеткой подозрительных объектов. С этой целью анализаторы, как правило, снабжаются специальным проботборным устройством, представляющим собой портативный пылесос, в который помещается салфетка. Отбор пробы проводится дистанционно, подобно тому как это делается при помощи детектора. Салфетка с отобранной пробой вносится в анализатор, поток очищенного (возможно подогретого) воздуха или иного газа-носителя снимает пробу и переносит ее в аналитический блок. Это значительно снижает возможность влияния на анализ внешних факторов. Метод спектрометрии ионной подвижности отличается быстротой действия, время анализа составляет порядка 6—8 с.

Газоанализаторы для обнаружения

Прибор (фирма-изготовитель, страна)	Принцип действия	Регистрируемые вещества	Чувствительность, г/см ³	Время анализа, с
ITEMISER («Ion Track Instruments», США)	Спектрометрия ионной подвижности	Нитроглицерин, ди- и тринитротолуол, ТЭН, гексоген и др., в том числе пластит	$2 \cdot 10^{-11}$	Менее 3
Vapor Tracer («Ion Track Instruments», США)	То же	Этиленгликольдинитрат, нитроглицерин, ди- и тринитротолуол, гексоген, ТЭН, NH ₄ NO ₃ , пластит	—	4–10
IONSCAN® 400B («Smiths Detection», США)	—”—	Гексоген, ТЭН, тринитротолуол, «Семтекс», тетрил, нитроглицерин, нитраты, октоген и др.	$1 \cdot 10^{-9}$	6–8
IONSCAN 500DT («Smiths Detection», США)	—”—	Гексоген, ТЭН, нитроглицерин, тротил, октоген, триацетонтрипероксид и др.	$1 \cdot 10^{-9}$	8
IONSCAN® («Document Scanner Smiths Detection», США)	—”—	Тринитротолуол, ТЭН, гексоген, «Семтекс», нитроглицерин, нитраты, октоген, триацетонтрипероксид и др.	—	6–8
SABRE 4000 («Smiths Detection», США)	—”—	Гексоген, ТЭН, тринитротолуол, «Семтекс», нитроглицерин, NH ₄ NO ₃ и др.	—	10–15
МО-2М (ЗАО «Сибел», Россия)	—”—	Этиленгликольдинитрат, нитроглицерин, ди- и тринитротолуол, гексоген, ТЭН и др.	$1 \cdot 10^{-13}$	2
ЭХО-В (КТИ ГЭП СО РАН, Россия)	Газовая хроматография, ионизационный детектор перестраиваемой селективности	Этиленгликольдинитрат, нитроглицерин, ди- и тринитротолуол, гексоген, ТЭН, в том числе пластит	$1 \cdot 10^{-14}$	20–200
Пилот-М (Россия)	Спектрометрия ионной подвижности	Этиленгликольдинитрат, нитроглицерин, ди- и тринитротолуол, гексоген, ТЭН и др., в том числе пластит	$1 \cdot 10^{-13}$	1–2
Спектрометр Шельф-ДС (Россия)	То же	Этиленгликольдинитрат, нитроглицерин, ди- и тринитротолуол	$1 \cdot 10^{-13}$	1–2

Газохроматографические анализаторы несколько уступают дрейф-спектрометрам по времени анализа и энергопотреблению, но превосходят их по чувствительности и достоверности обнаружения, позволяют определять тип использованного взрывчатого вещества, количественное соотношение компонентов. В хроматографический анализатор проба может подаваться традиционным способом путем введения раствора анализируемого вещества шприцем или производится дистанционный отбор с помощью малогабаритного выносного пробоотборного устройства. На основе газовой хроматографии созданы портативные высокоскоростные обнаружители взрывчатых веществ со временем анализа, составляющим несколько десятков

секунд, что приемлемо для решения антитеррористическими службами ряда задач. Портативные газохроматографические приборы способны обнаруживать наркотические средства, пригодны для комплексного досмотра багажа на наличие контрабанды.

Основные газоанализаторы взрывчатых веществ представлены в табл. 1.

На мировом рынке газоаналитические приборы для обнаружения взрывчатых веществ в настоящее время представлены двумя крупными транснациональными фирмами: «GE Ion Track» (подразделение концерна «General Elektrik») и «Smiths Detection». Обе фирмы разработали и выпускают линейку приборов, включающую портативный переносной детектор, семейство

Таблица 1

взрывчатых веществ

Масса прибора, кг	Габаритные размеры, см	Напряжение питания, В	Условия отбора пробы	Обработка и выдача информации
12	81×91×81	220, 110, 12	Концентрирование в выносном пробоотборнике	Обработка данных на персональном компьютере
3,2	41×13×23	220, 110, 12	Насадка для концентрирования	Световая и звуковая индикация
22	40×34×32	220, 110	Концентрирование в выносном пробоотборнике	Обработка данных на персональном компьютере
18	40×31×40	220, 110	Усовершенствованное устройство для ввода пробы, исключается возможность прикасания оператора к салфетке с веществом	Встроенные сенсорные монитор и принтер (жесткий диск, 40 Гбайт)
24	40×34×32	—	—	—
3,2	36,3×11×13	220, 110, 12, батарея на 4 ч автономной работы	Отбор микрочастиц и паров	Цветовой дисплей
1,3	31×82×10	220, 12	Портативная автоматическая испарительная камера «Твин»	Обработка данных на персональном компьютере. Световая и звуковая индикация
10	50×33×13	220, 12 (потребляемая мощность 7 Вт)	Концентрирование в выносном пробоотборнике	Обработка данных на персональном компьютере, а также с помощью карманного компьютера (в полевых условиях)
2,0	30×18×9	220, 12	Дистанционный отбор на расстоянии до 15 см	Световая и звуковая индикация
2,5	40×8,5×7	220, 12	Дистанционный отбор на расстоянии до 10 см	Световая и звуковая индикация

анализаторов стационарного типа, которые могут использоваться как в лабораториях для проведения исследований, так и на постоянных постах контроля (например, для решения задачи обеспечения авиабезопасности, таможенных постов и т.п.). Цена подобных изделий составляет десятки тысяч долларов, так что они малодоступны для массового применения в России.

Кроме того, обе фирмы предлагают проходные порталы (устройства, по внешнему виду аналогичные проходным рамкам металлодетекторов) для обследования лиц на наличие взрывчатых веществ и наркотических средств. Это приборы IonScan® Sentinel II фирмы «Smiths Detection» и EntriScan

фирмы «GE Ion Track». Детектирование осуществляется бесконтактным способом, что необходимо для обследования большого количества людей в аэропортах, на стадионах и других общественных местах или в зоне таможенного контроля. Работа пропускного детектора полностью автоматизирована, при обнаружении целевых веществ подается звуковой и световой сигналы.

На российском рынке наряду с иностранными образцами предлагаются отечественные детекторы и экспресс-анализаторы взрывчатых веществ. Среди детекторов наилучшие показатели демонстрируют приборы Пилот-М, МО-2М, Шельф-ДС. Имеются перспективные научно-технические решения, позволяю-

щие существенно увеличить селективность метода спектрометрии ионной подвижности и создать новое поколение газоанализаторов.

В настоящее время в России серийно выпускаются экспрессные хроматографические обнаружители взрывчатых веществ. По уникальной технологии с использованием коротких поликапиллярных хроматографических колонок и других научных и инженерных разработок созданы газоанализаторы хроматографического типа с чрезвычайно малым временем анализа, с высокой чувствительностью и селективностью, достаточной для определения основных типов промышленных взрывчатых веществ. Газоанализаторы снабжены системой дистанционного отбора и ввода пробы из концентратора. Их качество работы совмещает в себе достоверность аналитического метода газовой хроматографии и экспрессность, близкую к той, какой обладает дрейф-спектрометр. Анализаторы отличаются небольшими габаритами, малой массой и низким энергопотреблением. Речь идет о семействе хроматографов ЭХО (Конструкторский технологический институт геофизического и экологического приборостроения СО РАН) и портативном газовом хроматографе GCS-02F (ЗАО «Сибел»).

Возможности применения ядерно-физических методов

Проблемы, связанные с применением газоанализаторов для поиска взрывчатых веществ, стимулировали работу по привлечению других методов для обнаружения данных веществ. Среди методов, пригодных для рассматриваемой цели, можно выделить регистрацию рассеянного и вторичного излучения, вызванного потоком быстрых нейтронов, и ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР).

Существенным недостатком разрабатываемых в настоящее время приборов с использованием ионизирующих излучений являются значительные габариты и масса. Серьезную проблему представляет обеспечение радиационной безопасности и защиты окружающей среды от ионизирующего излучения, создаваемого прибором. Применение данного метода целесообразно лишь для решения узкоспециальной задачи исследования содержимого неразорвавшихся боеприпасов после их длительного пребывания в грунте (конечно, если отсутствуют маркировка и информация о их происхождении).

Возможность использования явления ЯКР обусловлена наличием у ядра атома азота-14, входящего в состав молекул взрывчатых веществ, квадрупольного момента, который может взаимодействовать с внешним электромагнитным полем. Таким образом, по резонансному поглощению азотом радиочастотного излучения можно обнаруживать присутствие взрывчатых веществ. Применение метода ограничивают трудности наблюдения ЯКР в низкочастотной области. А именно на эту область приходится резонансные частоты поглощения нитрогрупп, входящих в состав тротила. Наблюдение ЯКР эффективно на частотах более 3 МГц. В этом диапазоне находятся частоты ЯКР ядер атомов азота, входящего в состав циклов (октоген, гексоген). Одной из самых удачных разработок в этой области на настоящий момент является обнаружитель ВВ-ЯКР-10 (ООО «Логис»), предназначенный для поиска гексогена и октогена в почтовых отправлениях. При обследовании объект помещается в блок резонатора ЯКР.

Проводились работы по созданию аппаратуры с односторонним доступом (без помещения образца внутрь резонатора), которая позволяет обнаруживать противотанковые мины, снаряженные гексогеном или гексотолом, с пластиковым корпусом на глубине до 10 см. Недостаток данной аппаратуры — низкая помехозащищенность. Свойства грунта и наличие металлических предметов сильно осложняют возможность наблюдения ЯКР.

Техническое оснащение подразделений ОВД

В ГУ НПО «Специальная техника и связь» МВД России разработана ориентировочная схема противодействия криминальным взрывам на этапе поиска, обнаружения и исследования взрывных устройств и бесхозных предметов. Техническим обеспечением работ согласно этой схеме являются специальные комплекты средств, в том числе химические, прошедшие эксплуатационные испытания и рекомендованные для использования в службах антитеррора.

Для организации безопасных работ при наличии бесхозного предмета используется изделие «Кратер» — мобильный комплект взрывотехника.

Изделие «Кратер» предназначено для экспертов, осуществляющих работы со взрывоопасными объектами, обнаруженными на местах происшествий. С его помощью производится осмотр места взрыва и предварительное экспресс-исследование взрывчатых веществ и их остатков от взрыва.

Комплект состоит из трех чемоданов: чемодан № 1 — для работы с взрывоопасными объектами; чемодан № 2 — для осмотра места взрыва; чемодан № 3 — для экспресс-исследования взрывчатых веществ и их остатков.

Чемодан № 3 (рис. 1) используется как мобильная химическая лаборатория, позволяющая идентифицировать взрывчатые вещества методом тонкослойной хроматографии и посредством качественных микрохимических тестов.

В состав чемодана № 3 входят: стеклянные флаконы с герметично навинчивающейся крышкой емкостью 10, 30, 100 мл; распылительные головки; стеклянные капилляры с плоскими торцами; стеклянная камера для тонкослойной хроматографии; фарфоровые чашки полусферической формы; пачка хроматографических пластин «Сорбфил»; пластина с углублениями для проведения капельных реакций; пипетки; стеклянные воронки; лабораторная спиртовка; цилиндрическая и конусная пробирки; держатель для пробирки; портативная ультрафиолетовая лампа (длина волн 254 и 365 нм); защитный щиток для лица; стеклянные бюксы с притертыми крышками СН-45; ножницы; термометр с интервалом измерения от 0 до +150 °С; мерный цилиндр емкостью 100 мл; пинцет малого размера; игла для препарирования; скальпель; шпатель зубоветеринарный; универсальная индикаторная бумага; бумажные фильтры диаметром 50, 70, 100 мм; стеклянная палочка; марлевые салфетки (45×29 и 16×14 см); перчатки резиновые хирургические.

С целью выявления лиц, причастных к изготовлению, доставке и применению взрывчатых веществ, разработано изделие «Вираз-ВВ» (рис. 2). Комплект предназначен для обнаружения следовых количеств взрывчатых веществ (тротила, тетрила, гексогена,



Рис. 1. Изделие «Кратер», чемодан № 3

октогена, ТЭНа, нитроглицерина или смесей и составов на их основе) на различных поверхностях. Анализ проводят методом цветных реакций.

Основные характеристики комплекта приведены в табл. 2.

Порядок работы с изделием:

- протирают салфеткой-полоской фильтровальной бумаги исследуемый объект;
- наносят 1–2 капли индикатора А на загрязненную салфетку;

- оценивают результаты цветной реакции (см. табл. 2);

- при отсутствии окрашивания наносят на это же место по 1–2 капли индикатора В, затем индикатора С и оценивают результаты цветной реакции.

Если цветное окрашивание не появляется, значит взрывчатое вещество отсутствует.

Время анализа не более 1 мин. Габариты изделия «Вираз-ВВ» 105×107×21 мм, масса 150 г.

Комплект «Вираз-ВВ» пригоден для выявления основных типов взрывчатых веществ, встречающихся в экспертной практике. Следы наиболее распространенных веществ бытового назначения (сахар, чай, кофе, водка, машинное масло, мыло хозяйственное, парфюмерия, ацетон, клей и т.п.) с используемыми реактивами не дают цветовых реакций.

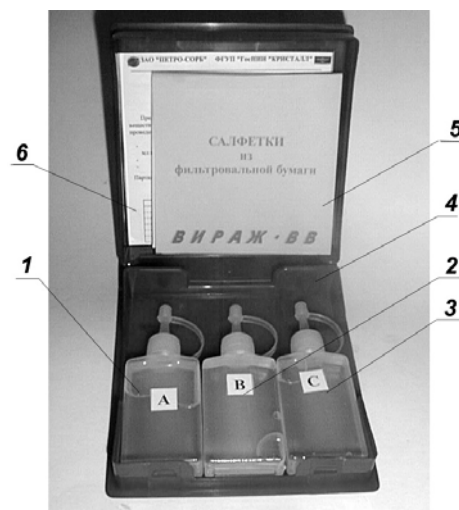


Рис. 2. Изделие «Вираз-ВВ»:

1 — индикатор А; 2 — индикатор В; 3 — индикатор С; 4 — упаковочная коробка; 5 — набор фильтровальной бумаги тестовой; 6 — паспорт

При персональном досмотре граждан, а также осмотре помещений и автотранспорта необходимо тщательно обследовать все поверхности, где могут остаться следы взрывчатых веществ в случае подготовки террористического акта.

При осмотре кистей рук нужно протереть салфеткой подушечки пальцев и ногтевые ложа; при осмотре одежды проверяется наличие взрывчатого вещества на манжетах, карманах, петлях с пуговицами, в «молниях».

При осмотре помещения необходимо уделять особое внимание объектам, с которыми наиболее часто контактирует человек. Это прежде всего дверные, оконные и мебельные ручки, трубки телефонов, подлокотники диванов и кресел, клавиатура компьютера или телефона, ручки ручной клади.

При осмотре автотранспортного средства особенно тщательно следует проверять рулевое колесо, рычаг управления коробки передач, ручку «бардачка», ручки дверей, внутреннюю поверхность багажного отделения.

В 2004 году были получены положительные отзывы по результатам эксплуатации изделия «Вираз-ВВ» в службах ГУГИБДД и ГУБОП МВД России.

Благодаря высокой эффективности и доступности применения, а также низкой стоимости, комплект для экспресс-анализа следов взрывчатых веществ занимает достойное место в техническом обеспечении практических служб ОВД.

В заключение отметим, что работу анти-террористических подразделений существенно облегчит своевременное выявление противоправных действий, связанных с сопутствующими направлениями (незаконный оборот оружия, наркотических веществ, алкогольной продукции и т.п.). Проведение работ по пресечению этой деятельности возможно путем определения качества транспортируемого груза. Создание условий по пресечению незаконного обогащения террористических групп несомненно приведет к ослаблению их деятельности.

Таблица 2

Основные характеристики комплекта «Вираз-ВВ»

Индикатор	Результат анализа	Регистрируемое взрывчатое вещество	Предел обнаружения, г
А	Коричневое окрашивание	Тротил	$1 \cdot 10^{-8}$
	Бурое или красное окрашивание	Тетрил	$1 \cdot 10^{-6}$
В	Для последующей обработки предполагаемого местонахождения взрывчатого вещества при применении индикатора С		
С	Оттенки розового цвета (после обработки индикаторами А и В)	Гексоген	$1 \cdot 10^{-6}$
		Октоген	$1 \cdot 10^{-6}$
		ТЭН	$1 \cdot 10^{-5}$
		Нитроглицерин	