

НИИИН, «СПЕКТР-АТ» И АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ



КОВАЛЕВ Алексей Васильевич
Д-р техн. наук, профессор,
ООО НПЦ «Спектр-АТ», Москва

Представленная работа имеет две цели. Во-первых, ознакомить читателя с историей становления научного направления – «специальное приборостроение на основе методов интроскопии», неразрывно связанного с историей создания и функционирования НИИИНа. Во-вторых, привести примеры наиболее значимых и востребованных современных антитеррористических средств, разработанных на основе методов интроскопии предприятиями, созданными на базе отдельных структурных подразделений НИИИНа, конкретно – на примере НПЦ «Спектр-АТ».

Научно-исследовательский институт интроскопии создан в соответствии с распоряжением Высшего Совета народного хозяйства Советов министров СССР от 6 мая 1964 г. Этим документом предписывалось «...в целях дальнейшего развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по интроскопии для удовлетворения потребностей народного хозяйства и обороны страны в приборах и средствах внутривидения в непрозрачных телах и средах принять предложение об организации Научно-исследовательского института интроскопии (НИИИН) с опытно-производственной базой и возложить на НИИИН разработку теоретических основ и создание методов и средств внутривидения в непрозрачных телах и средах».

Следует отметить, что рождение и становление института совпало с началом в Советском Союзе так называемой «эпохи застоя», продолжавшейся с 1964 по 1985 годы и характеризовавшейся практическим прекращением экономического роста страны,

приоритетным развитием тяжелой промышленности и ВПК. Однако техногенные проблемы и острая необходимость решения в стране задач дефектоскопии металлоконструкций и технической диагностики аэрокосмической техники сыграли определяющую роль в пользу аргументов создания такого института. Создать НИИИН в этот период, оснастить его современным оборудованием, привлечь необходимых специалистов, обеспечить стабильное развитие и вывести институт на мировой уровень было весьма сложной задачей, с которой успешно справились команды ученых-единомышленников под руководством Павла Кондратьевича Ощепкова, а затем Владимира Владимировича Клюева (рис. 1).

Уже в первые годы работы, несмотря на трудности размещения и оснащения, в институте начали проводиться интенсивные исследования по разработке методов и созданию технических средств диагностики, используя практически весь частотный диапазон электромагнитного спектра, акустические волны, электростатическое поле и корпускулярное излучение. Следует отметить, что уже первые результаты исследований отличались высоким профессионализмом и вполне соответствовали мировому уровню, что не осталось незамеченным руководством отрасли и страны.

Еще одной проблемой того периода, не только внутригосударственной, но и международной, было резкое нарастание террористических актов, связанных с вооруженным захватом и угоном самолетов, подготовкой и проведением серий взрывов в ряде европейских стран, резким увеличением контрабандной торговли оружием и наркотиками.



Рис. 1. П.К. Ощепков, В.В. Клюев, А.Н. Лепорский (слева направо)

Необходимость противостояния нарастающим террористическим угрозам требовала ускоренного оснащения органов государственной безопасности специализированными техническими средствами, способными решать сложные поисковые и антитеррористические задачи. Одним из возможных путей быстрого решения этой проблемы было использование научно-технического потенциала профильных научно-исследовательских предприятий. Государство использовало такую возможность путем создания специализированных структур (спецотделов) на ряде ведущих научно-производственных предприятиях страны. Основными задачами таких подразделений было проведение исследований, разработка и выпуск специальных технических средств в интересах органов безопасности, в том числе с применением имеющейся на предприятии технологической базы, наработанных научно-технических и конструктивных решений, а также опыта сотрудников.

Следовало ожидать, что недавно созданный институт, его научные результаты и эффективная работа, профиль исследований и профессионализм сотрудников не могли не заинтересовать соответствующие службы государственной безопасности и явились, по всей вероятности, не последним аргументом в пользу организации в его структуре специализированного научного подразделения.

Прошло чуть более трех лет после создания института и, по согласованию с его руководством, Министерством приборостроения и КГБ СССР в структуре института на основании Постановления директивных органов (в то время ЦК КПСС и СМ СССР) от 15 августа 1967 г. был организован специальный отдел, основная задача которого была определена как проведение исследований и создание безопасных для обслуживающего персонала специальных технических средств, обеспечивающих «видение» в оптически непрозрачных средах. Отдел получил название «Специальные методы контроля» (второе название: Научно-исследовательский отдел № 6, далее Отдел) и собственную историю отсчитывает с 15 августа 1967 г. Таким образом, в институте было сформировано научное подразделение, предназначенное для целевого создания поисковой техники, обеспечивающей видение внутренней структуры практически любого объекта контроля в прошедших, отраженных или рассеянных лучах с заданным коэффициентом трансформации размеров изображения, необходимой для оснащения спецслужб, правоохранительных органов и силовых структур. Разумеется, в основе такой техники должны были лежать методы интроскопии и неразрушающего контроля, а также накопленные в институте научно-технологические результаты и конструктивные решения по разработке методов и средств технической диагностики.

Уже на начальном этапе работы нового подразделения стало ясно, что для создания эффективных поисковых средств требуется проведение целенаправленных исследований, поскольку возможность использования диагностических технических средств общепромышленного назначения для решения поисковых задач практически исключалась из-за особенностей и многообразия объектов контроля, высоких требований к функциональным возможностям, чувствительности, надежности, массогабаритным и эксплуатационным характеристикам аппаратуры, специфических условий ее применения. Спецслужбам требовалась аппаратура, способная эффективно обеспечивать решение таких задач, как: выявление в различных средах и объектах взрывчатых веществ (ВВ) и взрывных устройств (ВУ), оружия и боеприпасов, пресечение попыток нелегального провоза запрещенных предметов, контрабанды и наркотиков; обнаружение и локализация систем съема и передачи аудио- и видеoinформации; обнаружение подделок и фальшивок; предотвращение террористических актов, угроз и т.п.

В настоящее время, оценивая итоги многолетней работы созданного Отдела, можно сделать практически один вывод, заключающийся в том, что формирование в структуре НИИИИИ отдельного подразделения, а впоследствии и целого научного направления, названного «антитеррористическая диагностика», было целесообразным, своевременным и безусловно полезным.

В соответствии с профилем НИИИИИ в Отделе в качестве основных физических методов неразрушающего контроля для разработки поисковых технических средств были определены следующие:

- 1) радиационный (рентгеновский) метод;
- 2) тепловой и визуальный (оптический) метод;
- 3) акустический метод;
- 4) радиоволновой (СВЧ) метод.

В соответствии с выбранными методами была построена структура Отдела, которая включала научные лаборатории по направлениям, конструкторское подразделение и небольшое производство — макетную мастерскую.

С момента образования и по 1983 г. специализированным отделом руководил канд. техн. наук А.Н. Лепорский (см. рис. 1). В 1983 г. его сменил А.В. Ковалев.

В 1984–1986 гг. произошла реорганизация, расширение, кадровое и техническое переоснащение и обновление Отдела. Его штатная численность увеличилась практически втрое и достигла 98 человек. Начиная с 1985 г. и до первой половины 1990-х Отдел ежегодно одновременно выполнял несколько научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также совместно с опытным заводом поставлял мелкосерийные партии аппаратуры

заказчикам. Особенностью работы Отдела была его полная загрузка и ориентированность на заказы структур государственной безопасности.

Начало 1990-х ознаменовалось цепочкой событий в стране, институте и отделе, которые кардинальным образом изменили ситуацию с финансированием, заказами на нашу продукцию и услуги. Дефолт и кризис, пожар в НИИИН в ночь с 6 на 7 февраля 1990 г., развал страны, да и ряд других событий привели к тому, что государство в лице правоохранительных органов и силовых структур практически отказалось от заказов антитеррористической техники, а службы безопасности крупных организаций, фирм, банков и госкорпораций только формировались.

Резкое сокращение финансирования привело в 1991–1993 гг. к значительному снижению заработной платы, что явилось одной из главных причин увольнения сотрудников. Штатная численность Отдела снизилась до 32 человек, т.е. в 3 раза. Остались наиболее преданные науке, профессии и коллективу с надеждой, что лихолетье закончится и все скоро изменится к лучшему. Многие из ушедших сотрудников продолжали искать себя в профессии путем организации малых предприятий, подробнее о которых будет сказано ниже.

Снижение штатной численности Отдела и уменьшение финансирования, к сожалению, вынудили от чего-то отказаться, что-то приостановить, сосредоточиться только на самом необходимом для выживания. Главной потерей было прекращение работ по радиоволновой (СВЧ) тематике.

Начиная с 1995 г. состояние с финансированием и загрузкой Отдела начало улучшаться, и к 1998 г. Отдел твердо встал на ноги.

В том же 1998 г. по решению российского правительства институт специальных отделов в стране был кардинально реорганизован. Поскольку к этому времени ряд предприятий, в структуре которых были спецотделы, прекратили существование, акционировались или поменяли профиль деятельности,

правительство своим решением упразднило такие спецотделы. НИИИН попал в рамки этого решения, но в сентябре 1998 г. Отдел не был упразднен, а стал структурной единицей института, его тематика и научные направления не изменились, но появилась большая свобода в поиске и выборе заказчиков, формировании тематики и выполнении инициативных разработок. Отдел получил новое название – НИО-6, или «Отдел специальных методов контроля». Такая трансформация, как оказалось, послужила началом роста объема заказов и реорганизации структуры научно-исследовательского отдела. Суть реорганизации заключалась в необходимости определиться в наиболее перспективных направлениях исследований и сосредоточить основные силы подразделения на них.

Принятые в то время решения, по всей вероятности, были верными, несмотря на то что отдельные направления исследований в результате реорганизации НИО-6 были утрачены. Полагаю, будет полезно рассмотреть судьбу каждого из них.

Радиоволновой (СВЧ) метод

Научные исследования и разработка аппаратурных средств на основе радиоволнового (СВЧ) метода начались в Отделе с момента его создания. У истоков стояли первый руководитель Отдела канд. техн. наук А.Н. Лепорский и проработавший в Отделе непродолжительное время д-р техн. наук В.А. Павельев.

Основным итогом работы этого направления, функционировавшего достаточно короткий период, было создание ряда комплектов радиоволновой аппаратуры серий «КОНДЕНСАТОР», «РАДАР» и МДА (рис. 2), предназначенной для обнаружения и определения местоположения токопроводящих и диэлектрических включений, а также конструктивных и искусственных пустот в строительных конструкциях из бетона, железобетона, кирпича и дерева. С помощью этой аппаратуры можно выявлять местоположение скрытой провод-



Рис. 2. Основные результаты работы радиоволнового сектора

ки и инженерных коммуникаций, определять глубину их залегания и диаметр, обнаруживать локальные включения, изготовленные практически из любого материала, воздушные полости (тайники или раковины), другие дефекты в строительных конструкциях. За небольшой период работы этого направления удалось достичь значительных результатов, которые выразились в том, что в декабре 1990 г. были приняты на вооружение органов безопасности изделия «Конденсатор-2» и «Конденсатор-4». На рис. 2 представлены основные разработки спецотдела, поставляемые различным подразделениям КГБ СССР. Комплект «Конденсатор-7» в 1994 г. был принят на вооружение.

С 1995 г. финансирование этого направления практически прекратилось. Попытки решить вопрос продолжения исследований за счет собственных средств перечеркнул дефолт 1998 г.

В 2006 г. в НИО-6 была предпринята попытка возобновить исследования и разработки на основе радиоволнового метода с использованием терагерцового излучения для диагностики диэлектрических конструкций. Уже на следующий год была разработана (совместно с ФИРЭ РАН РФ) приемопередающая линейка в 3-миллиметровом диапазоне радиоволн, проведены первые эксперименты и получены первые результаты в виде радиоизображения визуально не наблюдаемого объекта (*тонкого протяженного проводника, размещенного в оптически непрозрачном материале на глубине около 10 мм*), полученного с помощью этой линейки. Однако развитие работы в этом направлении не удалось из-за отсутствия должного финансирования и необходимой контрольно-измерительной аппаратуры.

Таким образом, для НИИИИНа и предприятий, вышедших из него, радиоволновый метод контроля как основа создания поисково-досмотровой техники был практически утрачен.

Акустический метод

Решение о начале работ по исследованию возможностей акустического метода неразрушающего контроля в Отделе было принято в конце 1983 г. Толчком для такого решения послужило задание от основного заказчика: «...рассмотреть возможность решения задачи диагностики железобетонных (ЖБ) конструкций с помощью аппаратурных средств на основе акустического метода контроля». Несколько позже формулировка задачи была конкретизирована: «...провести исследования, создать ультразвуковой (УЗ) дефектоскоп с определенными характеристиками и разработать соответствующие методики контроля». Задача была сверхсложной, поскольку аппаратурных средств диагностики ЖБ-конструкций в то время не существовало, да и результаты исследований в этом направлении были весьма скуд-

ными. Технические требования к дефектоскопу казались и вовсе фантастическими: требовалось обеспечить обнаружение и определить координаты дефекта размером не более теннисного шарика в железобетонной конструкции на глубинах до 1 м при разрешении по фронту и глубине не хуже 10 см. Задача усложнялась тем, что дефектоскоп должен работать как по горизонтальным, так и по вертикальным поверхностям железобетонных конструкций, причем при одностороннем подходе к объекту контроля.

В целях решения поставленной задачи, несмотря на, казалось бы, ее неприступность и скептическое отношение к идее создания такого дефектоскопа ряда ведущих специалистов-акустиков, в том числе и из НИИИИНа, в структуре Отдела была создана лаборатория (Сектор) акустических методов контроля, куда были приглашены молодые, амбициозные специалисты, оригинально мыслящие, с ярко выраженным стремлением применять в своей работе современные технологии и вычислительные средства. В 1984 г. руководителем лаборатории был назначен молодой канд. техн. наук В.Г. Шевалдыкин.

В 1988 – 1989 г. коллектив лаборатории закончил работы по созданию опытных образцов ультразвукового томографа с жидкостным контактом, получивших название УИ201С «Отзв», а также ультразвукового толщиномера бетона УТ201М.

Результаты были уникальными. В то время никто в мире не имел таких результатов и тем более таких приборов.

Работа продолжалась, перспектива просматривалась великолепная, но наступил 1991 г., госзаказы приказали долго жить, и коллективу необходимо было определяться, что делать дальше. Практически единогласно принимается решение любыми путями сохранить наработанные научно-технологические результаты и профессиональные кадры. Поиск заказов, готовность взяться за любую работу, связанную с разработкой аппаратуры, привел к необходимости создания собственного малого предприятия, которое и было учреждено в 1991 г. под названием товарищество с ограниченной ответственностью «Акустические контрольные системы» (ТОО «АКС»).

Это предприятие принимало и выполняло коммерческие заказы практически на любые разработки, связанные с УЗ-толщинометрией, что являлось неплохой прибавкой к минимальной зарплате, получаемой в институте, а также хорошим подспорьем для финансирования инициативных разработок по бетонной тематике.

К 2001 г. УЗ-тематика в НИО-6 сформировалась в четкое самостоятельное направление, интерес к которому проявляется в большей степени со стороны промышленной безопасности. И в этом же году акустический сектор НИО-6 был преобразован в научно-исследовательский отдел № 16, руководи-



Рис. 3. Первые разработки акустического сектора и современная продукция «АКС»

телем которого назначен канд. техн. наук А.А. Самокрутов.

Что сегодня? Отдела № 16 «Акустические методы контроля» в НИИИИ нет, но действует сформировавшееся в известный, в том числе и за рубежом, бренд – предприятие «Акустические контрольные системы». Это предприятие, пройдя путь от микроколлектива в несколько человек, взявшихся с энтузиазмом за решение сложнейшей на тот период задачи и создавших первые образцы не имеющей аналогов аппаратуры контроля бетона, превратилось в современный научный центр, развивающий самые продвинутые технологии в области ультразвукового контроля. Спектр научных интересов и создаваемой техники значительно расширился. Низкочастотный и высокочастотный ультразвук, ЭМА-технологии, томографические системы на базе антенных решеток, роботизированные и автоматизированные средства диагностики с максимальной компьютеризацией и минимизацией человеческого фактора в диагностических процедурах – это те направления, которые успешно развиваются в «АКС». Для оценки прогресса в области создания УЗ-диагностических средств на рис. 3 представлены для сравнения первые разработки «Акустического сектора» и современные – «АКС».

Радиационный метод

Уже через три года после начала работы серьезные результаты в спецотделе были получены в секторе «Радиационные методы контроля» в виде первой отечественной разработки – портативного рентгеновского флуороскопа РД-12ПК («Осока»),

завершенной в 1971 г. Комплект изделия включал в себя ручную просмотрную темновую камеру с флуоресцентным экраном 150×150 мм и поворотным зеркалом, рентгеновский аппарат типа 7Л2 («Осока») и принадлежности. Портативный флуороскопический комплекс «Осока» относился к пассивным радиационным флуороскопическим системам, основные достоинства которых – простота конструкции, неприхотливость, высокая надежность, низкая стоимость, простые методики контроля, а главный недостаток – высокая радиационная нагрузка на объект контроля и на оператора.

В 1986 г. в результате модернизации комплекта «Осока» была завершена новая разработка, представляющая собой активный высокочувствительный флуороскоп ФП-1 («Швертбот-3»), в котором в качестве усилителя яркости светотеневой картины использовался микроканальный электронно-оптический преобразователь (ЭОП) второго поколения.

Следующим важным шагом в совершенствовании портативных средств визуализации внутренней структуры объектов в нестационарных условиях контроля стало создание в конце 1986 г. комплекса «Очертание-К2», включающего флуороскопическую камеру ФП-1 («Швертбот-3») и портативный рентгеновский аппарат нового поколения «РАМ-75» на основе высокочастотного преобразования, что обеспечивало ступенчатую установку постоянного анодного напряжения: 30, 40, 50 и 75 кВ при плавной регулировке анодного тока в пределах от 0 до 5 мА. Такой комплекс резко расширял номенклатуру обследуемых объектов. Комплекс «Очертание-К2» и флуороскоп ФП-1 («Швертбот-3») и флуороскоп ФП-1 («Швертбот-3»)



Рис. 4. Результаты разработок сектора радиационных методов контроля

были приняты на вооружение правоохранительных органов и силовых структур и стали базовыми изделиями в серии портативных флуороскопов, созданных во второй половине 1980-х гг.

В последующий период, вплоть до конца 1990-х гг., в Отделе в рамках радиационного направления было разработано, сконструировано и производилось небольшими сериями целое семейство различных рентгеновских средств контроля. Среди них особую нишу занимает портативный флуороскоп ФП-ЗИ («Шенкель»), представляющий собой простой в эксплуатации, автономный, портативный прибор с радионуклидным источником гамма-излучения (I-125, Gd-153) и предназначенный для визуализации внутренней структуры широкого круга небольших объектов и предметов в полевых условиях. Мобильный поисковый рентгенотелевизионный интроскоп «Шест», являвшийся модернизированным вариантом комплекса «Очертание-K2», в котором блок усиления яркости на основе ЭОП был заменен на телевизионный тракт, включающий высокочувствительную передающую ТВ-камеру. Для оснащения временных, полустационарных или мобильных контрольно-пропускных пунктов и таможенных постов был разработан рентгенотелевизионный комплекс «Шелест». Этот комплекс позволял в режиме реального времени визуализировать внутреннюю структуру объектов контроля в многокурсном варианте. Новым шагом для того времени в разработке специальных средств рентгеновского контроля стало создание стационарного двухкурсного флуороскопа «Шималит», обеспечивающего эффективный контроль с высокими чувствительностью и простран-

ственным разрешением достаточно крупных объектов с размерами до $400 \times 500 \times 700$ мм. В флуороскопе были применены два излучателя с возможностью независимой регулировки тока и напряжения: первый — 5–50 кВ при максимальном токе 20 мА и второй — 50–120 кВ при токе до 5 мА.

В конце 1990-х гг. создано новое поколение аппаратурных средств рентгеновского контроля, к которым относятся портативный рентгенотелевизионный флуороскоп «Швертбот-ТВ», мобильная рентгенотелевизионная система «Очертание-ТВ», стационарный рентгенотелевизионный флуороскоп высокого разрешения «Лотос-ТВ». Эти технические средства были для того времени эффективным инструментом решения антитеррористических задач. Основное достоинство этих систем — низкие радиационные нагрузки на объект контроля, высокие разрешение и дефектоскопическая чувствительность, практически абсолютная безопасность для обслуживающего персонала. Разработки сектора радиационных методов контроля представлены на рис. 4.

Несмотря на, казалось бы, неплохие результаты в создании специальных рентгеновских средств, объем заказов в этом направлении к 2005 г. стал резко уменьшаться. Кроме того, появились проблемы с помещениями для проведения рентгеновских исследований (отсутствие боксов) и с кадрами. Последствием дефолта 1998 г. стало увольнение ряда специалистов-профессионалов, составляющих ядро сектора. Совокупность перечисленных факторов, а также общие проблемы в Отделе с заказами, заработной платой, кадрами и прочее привели к свертыванию работ по рентгеновской тематике. Сектор рентге-

новских методов контроля был ликвидирован, но к этому времени выходцами из НИИИИНа было создано и достаточно крепко встало на ноги предприятие «Флэш электроникс», во главе с А.А. Буклеем, которое успешно работало и работает в направлении создания портативных рентгеновских средств досмотра.

Таким образом, в результате реорганизации, а также с учетом финансовых и кадровых возможностей номенклатура перспективных разработок НИО-6 ограничилась тепловым и визуальным (оптическим) методами.

Несмотря на реорганизацию и значительное сокращение научной тематики и штатной численности, НИО-6 продолжал разработку и создание новых технических средств, более того, в 2005 г. ряд сотрудников Отдела стали лауреатами Премии Правительства РФ в области науки и техники за «Создание и внедрение средств... антитеррористической безопасности». Однако структурные изменения, новая политика руководства института и нарастающие экономические проблемы создали практически непреодолимые препятствия эффективной работе Отдела. Достаточно реальной стала угроза увольнения ряда ведущих сотрудников и, как следствие, расформирование Отдела.

Создание и работа Центра

Оптимальным решением проблемы сохранения тематики разработок, научного потенциала и квалифицированных кадров было преобразование НИО-6, а точнее, создание на его базе административно- и финансово-экономически самостоятельной структуры. Такая структура с согласия и одобрения руководства НИИИИИ была создана в виде общества с ограниченной ответственностью (ООО) 7 сентября 2007 г. и названа «Научно-производственный центр антитеррористической и криминалистической техники «Спектр-АТ» (далее НПЦ «Спектр-АТ» или Центр). В сентябре 2007 г. в Центр было принято на работу подавляющее большинство сотрудников НИО-6 с передачей научно-технологического оборудования и конструкторско-технологической документации. Территориально НПЦ «Спектр-АТ» расположился на арендованных у НИИИИИ площадях, занимаемых ранее коллективом НИО-6.

Проведенное таким образом преобразование НИО-6 в Центр дало основание считать НПЦ «Спектр-АТ» полноправным преемником НИО-6 и, соответственно, Спецотдела № 6, который свою историю ведет с 15 августа 1967 г., т.е. функционирует на тот момент в составе института более 40 лет.

В итоге НПЦ «Спектр-АТ» получил в «наследство» от НИО-6, помимо коллектива и научно-технологического оборудования, результаты научно-технологических и конструкторских разработок, основанных на тепловом и визуальном (оптическом) методах контроля.

Возможности этих методов, как показало время, позволили создать большое количество поисково-досмотровых технических средств, аппаратуры разведки, наблюдения и контроля, а также криминалистической техники. Я объединил эти методы, поскольку исследования на их основе с разной степенью интенсивности и в разные периоды велись в одной лаборатории Отдела. Если до 1984 г. упор в создании технических средств делался на видимое, ультрафиолетовое и ближнее инфракрасное (ИК) излучение, то начиная с 1985 г., когда в соответствии с постановлением директивных органов институту (исполнителем был НИО-6) было поручено создание отечественного портативного неохлаждаемого тепловизионного приемника, работающего в диапазоне 7–13 мкм, предназначенного для решения специальных поисково-диагностических и разведывательных задач, основные научные силы Отдела были сосредоточены на исследованиях в области длинноволнового ИК-излучения, имеющего второе название — тепловое. Однако следует отметить, что работы и в других областях оптического диапазона не прекращались.

В настоящее время главным направлением работы НПЦ «Спектр-АТ» является сформулированная директивными органами более 50 лет назад для коллектива спецотдела № 6 НИИИИИ, но несколько перефразированная в соответствии с требованием времени задача: «проведение исследований, разработка и создание технических средств, предназначенных для решения антитеррористических, поисково-разведывательных и криминалистических задач». В Центре сложилась четкая направленность исследований, а накопленный опыт и научно-технический задел, подготовленные высококвалифицированные кадры, современные технологии и оборудование позволяют создавать современные технические средства и занимать на рынке аппаратурных средств борьбы с террором одно из лидирующих положений. Центр осуществляет исследования, разрабатывает, производит и поставляет технические средства по следующим, на наш взгляд, важнейшим направлениям:

- неохлаждаемые тепловизионные приборы и комплексы различного исполнения;
- оптико-электронные (в том числе широкополосные и многоканальные) средства наблюдения и контроля;
- поисково-досмотровые комплекты, средства, инструменты;
- эндоскопические системы (оптоволоконные, тепловизионные) различного исполнения;
- криминалистическая аппаратура;
- аппаратура поиска НВ и ВВ (в том числе и газоанализаторы).

Сегодня номенклатура выпускаемой НПЦ «СПЕКТР-АТ» продукции (более 50 наименований) соответствует главному направлению работ Центра.

Продукция Центра

Поисково-досмотровая аппаратура

Создание поисково-досмотровых комплектов, средств и инструментов имеет более чем 50-летнюю историю. Практически с момента создания в спецотделе, затем в НИО-6, а в настоящее время – в Центре разрабатывается и производится семейство оптических досмотровых средств (зеркал) серии «Поиск» (рис. 5), предназначенных для контроля при проведении поисковых мероприятий труднодоступных (скрытых), узких полостей, конструктивных и искусственных пустот в транспортных средствах, строительных конструкциях, оборудовании, различных агрегатах, мебели, интерьере и т.п. Эти изделия отличаются конструктивным исполнением, размерами, масштабированием изображения, монтируются на телескопической, гибкой или жесткой штанге различной длины, имеют конструктивную или внешнюю подсветку. Современная модификация комплектов «Поиск-2ПС», «Поиск-2УПС», «Поиск-2КШ», несмотря на их, казалось бы, простоту, позволяет решать серьезные поисковые задачи, они приняты на снабжение подразделений ФСБ России.

Прародителем современного телевизионного досмотрового комплекса «Поиск-ТВ-12», принятого на снабжение ряда силовых структур, является разработка конца 1990-х гг. – «Поиск-ТВ». Аппаратура предназначена для визуального досмотра труднодоступных мест и зон различных объектов, транспортных средств, сооружений и т.п. с помощью ТВ-камеры с ИК-подсветкой, закрепляемой на телескопической штанге.

В 2012 г. в Центре разработан и принят на снабжение подразделений МВД России и Росгвардии универсальный поисковый комплекс «Мираж-ДТВ», предназначенный для проведения поисковых и специальных операций подразделениями силовых структур и правоохранительных органов, а также для визуального обследования труднодоступных мест при таможенном досмотре, промышленной диагностике, дорожной инспекции, при спасательных операциях. Комплекс имеет несколько вариантов исполнения (комплектации), обеспечивая тем самым оптимальное решение практически любой поисково-досмотровой задачи значительно эффективнее, чем известные аналоги, эндоскопические и досмотровые средства. Конструкция аппаратуры предусматривает возможность расширения числа модулей наблюдения, а при исполнении в специальном варианте комплекс

дополняется радиоканалом для параллельной передачи видеоизображения и речевой информации на удаленный до 1000 м пост контроля.

Изделия «Поиск-ТВ-12» и «Мираж-ДТВ» являются в настоящее время эффективными техническими средствами для досмотра грузов, транспортных средств и помещений, поиска тайников и укрытий, обследования завалов, проходов и опасных мест, обнаружения людей в разрушенных сооружениях и блокированных пространствах, проверки технического состояния агрегатов, установок и конструкций, выявления посторонних и опасных предметов при осмотре различных объектов.

К категории поисково-досмотровых средств относятся производимые в настоящее время в Центре два типа гибких эндоскопов – оптоволоконные и телевизионные.

Гибкие оптоволоконные эндоскопы имеют два варианта исполнения – с внешними источниками подсветки (серия ЭТГ) и автономные, со встроенным источником подсветки на основе сверхъярких светодиодов (серия ЭТА).

Эндоскопические системы на основе оптоволоконных жгутов, предназначенные для решения сложных поисково-досмотровых задач, где доступ к объекту контроля возможен через отверстия или щели небольшого размера, были разработаны в Отделе в начале 1990-х гг. Эти разработки в значительно улучшенном, усовершенствованном варианте, с применением современных материалов, комплектующих и технологий производятся и в настоящее время.

Значительным спросом пользуются эндоскопы серии ЭТА, отличающиеся компактностью, малой массой, простотой в эксплуатации. Пластмассовый обрезиненный корпус и встроенный модуль «холодной» подсветки на основе сверхяркого светодиода обеспечивают практически полную безопасность оператора.

Семейство разработанных эндоскопических систем дополняют жесткие эндоскопы серии ЭТЖ на основе линзовой или градиентной оптики, а также тонкие и сверхтонкие эндоскопы серии ЭТЖ-ОС, где оптический тракт построен с использованием оптоволоконных стержней, что значительно повысило прочностные характеристики данного типа эндоскопов. Длина рабочей части такого эндоскопа может составлять более 1 м при диаметре до 1 мм.

В последнее время возможности жестких эндоскопов расширены за счет дополнительных опций в виде фото- либо ТВ-тракта, что существенно упростило процедуры наблюдения, обработки и документирования результатов досмотра или диагностики.

В конце 1990-х гг. создан ряд специальных эндоскопических систем для контроля протяженных уз-

ких каналов и полостей, труб, колодцев, шахт и другого труднодоступного и удаленного пространства. Это прежде всего специальные телевизионные системы серии «Крот», имеющие рабочий модуль диаметром не более 15 мм при длине в несколько десятков метров.

С появлением в начале 2000-х гг. миниатюрных и сверхминиатюрных телевизионных камер и сенсоров в Центре началась разработка телевизионных эндоскопов – видеоскопов серии ЭТВЦ. Создан ряд изделий, отличающихся конструктивным исполнением, техническими характеристиками и, соответственно, функциональными возможностями.

Основным достоинством видеоэндоскопов или телевизионных эндоскопов серии ЭТВЦ является исключение оптического волокна из канала наблюдения, в результате чего исчезают связанные с ним ограничения на длину рабочей части, а пространственное разрешение и дистанция наблюдения определяются только возможностями используемого телевизионного тракта. Эти устройства позволяют без применения дополнительных аксессуаров выполнять покадровую или фрагментарную регистрацию процесса наблюдения. Эндоскопы серии ЭТВЦ выпускаются с рабочей частью длиной до 3 м и диаметром от 6 до 10 мм. Управление дистальным концом осуществляется в одной плоскости на угол $\pm 180^\circ$ или в двух взаимно перпендикулярных плоскостях на угол $\pm 120^\circ$, причем выбранное положение может фиксироваться.

На рис. 5 представлены несколько образцов поисково-досмотровой техники, разработанных в разное время.

Криминалистическая аппаратура

Направление, связанное с исследованием и созданием технических средств, относящихся к криминалистической аппаратуре, с конца 1970-х гг. и по настоящее время было и остается одним из главных в работе Спецотдела и Центра. За прошедший период создан широкий спектр криминалистических средств, предназначенных в основном для контроля документов, архивных материалов, произведений живописи, денежных знаков, банкнот, ценных бумаг, акцизных и специальных марок, а также другой защищенной печатной продукции или объектов, относящихся к вещественным доказательствам или представляющим интерес для правоохранительных органов. К такой аппаратуре следует отнести:

- ультрафиолетовые излучатели различной конструкции, генерирующие излучение в средне- и длинноволновой области УФ-спектра;
- устройства визуализации в УФ-диапазоне;
- приборы, визуализирующие различные изображения в диапазоне коротких или средних волн инфракрасного излучения;
- комплексные системы контроля (кримблочки и видеоспектральные компараторы), использующие несколько диапазонов оптического излучения и различные методики контроля.

В 1978 г. коллективу Спецотдела была сформулирована задача, заключающаяся в необходимости создания переносных приборов и стационарных комплексов для поиска скрытых дефектов и посторонних вложений в плоских диэлектрических материалах, выявления подчисток и исправлений в документах и ценных бумагах. В рамках этого на-



Рис. 5. Поисково-досмотровое оборудование



Рис. 6. Продукция Спецотдела № 6 и НПЦ «Спектр-АТ»

правления к 1984 г. были разработаны и серийно выпускались такие поисковые средства, как «Торнадо-И», уникальный малогабаритный прибор «Ореол», в течение многих лет стоявший на вооружении правоохранительных органов, стационарные комплексы «Тула», «Абакан», «Тюк» в комплекте со вспомогательными приборами «Топсель-У» и «Топсель-В».

В период с 1985 по 1992 гг. создана новая серия аппаратных средств, пришедшая на смену морально устаревшей технике: «Уфо-1», «Шкода», «Дозор», «Дозор-КМ», «Гриф», «Гриф-2», «Гриф-2М», предназначенных для контроля документов, ценных бумаг, банкнот и других материалов в ультрафиолетовом диапазоне спектра.

Следующим шагом в разработке аппаратных средств криминалистической диагностики было создание в 1994 г. настольного криминалистического блока «Камин», который серийно выпускался в течение ряда лет. Это изделие было предназначено для контроля документов, ценных бумаг, банкнот, акцизных и специальных марок, других документов и объектов, имеющих различные типы меток в видимом и ультрафиолетовом диапазонах оптического излучения.

Для оснащения мобильных контрольно-пропускных пунктов в 1997 г. был разработан комплект аппаратуры «Корунд», а в 1998 г. на его базе – носимый комплект «Корунд-ПК», впоследствии одобренный и рекомендованный НИИ ГОЗНАКа для проверки достоверности акцизных, идентификационных и специальных марок.

Очередным этапом в создании криминалистического оборудования была разработка в 1996 г. видеоспектрального компаратора ВСК-1 («Гинейя») и компьютеризированного криминалистического комплекса КРК-1, предназначенных для решения сложных криминалистических задач, включая контроль признаков подлинности документов: паспортов, удостоверений личности, водительских удостоверений, банкнот, ценных бумаг, печатей, штампов, подписей и т.п. и выявления в них изменений и дополнений при исследовании материалов в различных спектральных диапазонах электромагнитного излучения.

В течение 1998–2003 гг. в результате модернизации кримблока «Камин» созданы изделия «Генетика-02.01» и «Генетика-02.02», обеспечивающие решение широкого спектра задач, стоящих перед пограничной, таможенной и иммиграционной службами, подразделениями экономической безопасности банков, крупных фирм и т.п. В состав комплекта «Генетика-02.02» входит криминалистический блок «Генетика-02.01» и инфракрасная видеолупа с цветным ЖКИ-монитором «Генетика-ЛТВ», которая может использоваться как самостоятельный инструмент для решения многих криминалистических задач. Эта аппаратура обеспечивает углубленную проверку документов оптическим методом в спектральном диапазоне 315–1000 нм по всем основным признакам подлинности, позволяет контролировать качество бумаги, материалов типографского и рукописного оформления, водяных знаков, люминесцирующих волокон, защит-

ных меток, люминесцентных, метамерных и других красителей, выявлять подтирки, подчистки, подделки текста, печатей, штампов, следы клея и давления пишущих инструментов, обнаруживать следы химического воздействия на объект контроля, визуализировать уничтоженный или залитый красителями текст и т.п.

Применение новых технологических решений для защиты денежных знаков, ценных бумаг, акцизных марок и других объектов обусловили необходимость разработки в начале 2000 г. портативных ИК-преобразователей для визуализации антистоксова излучения «Дозор-ИКМ» и «Дозор-ИКБ». Эти изделия предназначены для визуального контроля защищенных материалов на наличие антистоксовой люминесценции и специальных меток, возбуждаемых инфракрасным излучением фиксированной длины волны.

На замену принятой на вооружение ФПС ФСБ РФ изделия «Генетика-02» в 2009 г. был разработан настольный прибор для светооптической проверки документов «Генетика-09», обеспечивающий углубленную проверку документов в спектральном диапазоне 315 – 1000 нм по всем основным признакам подлинности, признакам фальшивок и несанкционированных изменений. Сфера применения данной аппаратуры: кабины паспортного контроля ПС ФСБ, контрольные посты таможенных служб в аэропортах, морских портах, ж/д вокзалах и др., МВД, спецподразделения ВВ, банки, больницы, компании, где необходима проверка идентификации паспортов, пропусков и т.д., особенно в условиях массового потока. Аппаратура принята на снабжение ПС ФСБ России, производится в настоящее время в трех модификациях: «Генетика-09.01», «Генетика-09.02» и «Генетика-09У». Применение в производстве аппаратуры современных материалов и полупроводниковых излучателей обеспечили ее полную электрическую и биологическую безопасность.

Для оснащения мобильных пограничных нарядов и осуществления проверочных мероприятий в нестационарных условиях в 2010 г. был разработан портативный аналог аппарата «Генетика-09» – прибор «Корунд-МТВ», а в 2019 г. на его замену – «Корунд-МТВ-19». Изделие «Корунд-МТВ» в 2015 г. было принято на снабжение подразделений ПС ФСБ России, а «Корунд-МТВ-19» готовится в настоящее время после доработок по результатам первой апробации к проведению испытаний и опытной эксплуатации с последующим принятием решения о принятии на снабжение.

На рис. 6 представлены некоторые образцы криминалистической техники разных периодов разработки, позволяющие оценить уровень прогресса в создании такой аппаратуры.



Рис. 7. Аппаратура наблюдения и контроля

Как уже отмечалось, основной продукцией Центра в настоящее время являются оптические и тепловизионные системы, т.е. аппаратные средства, основанные на оптическом (визуальном) и тепловом (тепловизионном) методах контроля. При этом основная доля в общем объеме производимой продукции принадлежит тепловизионной технике.

Оптико-электронные средства наблюдения и контроля

Аппаратурные средства наблюдения и контроля, о которых пойдет речь, представляют собой оптико-электронные средства разведки и предназначены для эффективного круглосуточного и всепогодного наблюдения за различными объектами, зонами, территориями и т.п. К этому классу относятся приборы ночного видения (ПНВ), работающие в активном и пассивном режимах, аппаратура дистанционного обнаружения и локализации длиннофокусных оптоэлектронных средств, ведущих встречное наблюдение, а также технические средства, позволяющие обнаруживать и визуализировать скрытые малогабаритные системы видеонаблюдения с оптикой малой апертуры.

Начало производства технических средств наблюдения и контроля в Отделе было положено в 1993 г. созданием серии приборов ночного видения «Эдельвейс» (рис. 7). Приборы этой серии в вариантах «Эдельвейс-М», «Эдельвейс-МП», «Эдель-

вейс-М400», «Эдельвейс-М450», модернизированные со значительно уменьшенными массогабаритными характеристиками на основе ЭОП 1-го, 2-го и 3-го поколения, производились и поставлялись заказчикам до начала 2000-х гг. Для расширения функциональных возможностей этой аппаратуры были разработаны различные механические приспособления, дополнительные источники подсветки, работающие в ИК-диапазоне, позволяющие вести фото- и видеорегистрацию процесса наблюдения.

Новая разработка ПНВ серии «Контур-614» (см. рис. 7), где используются ЭОПы с черно-белым экраном, завершена в 2014 г. и после небольшой модернизации производится в настоящее время. Это серия компактных, многофункциональных устройств со значительно улучшенными эксплуатационными и техническими характеристиками. Использование ЭОПов с черно-белым экраном имеет две цели: с одной стороны, улучшить технические характеристики аппаратуры и комфортность наблюдения, а с другой — создать канал ночного видения для комплексации с тепловизионным, что существенно дополнит возможности тепловидения. Аппаратура принята на снабжение МВД и ФСБ России.

Наряду с разработкой и производством ПНВ в Отделе с середины 1990-х гг. приступили к разработке аппаратуры обнаружения оптических устройств, обеспечивающих возможность дистанционного поиска и локализации оптических, оптико-механических и оптико-электронных средств наблюдения и прицеливания как в рабочем, так и в выключенном состоянии.

Целесообразность создания такой аппаратуры обуславливалась необходимостью оснащения подразделений органов безопасности техническими средствами для решения важной поисковой задачи, ставшей особенно актуальной в тот период, — обеспечения информационной безопасности и усиления борьбы с террором.

Появление объективов типа pinhol и малогабаритных ТВ-камер стимулировало создание миниатюрных систем скрытого видеонаблюдения (СВИД), которые в целях получения негласной информации могут быть легко размещены в переносных устройствах (папки, кейсы, зонты и т.п.), очках, бижутерии, деталях одежды и т.п. Светосильная современная оптика и электронно-оптические преобразователи обусловили появление длиннофокусных объективов, прицелов, приборов ночного видения и комбинированных систем, которые позволяют эффективно решать задачи наблюдения, контроля, прицеливания и получения информации на расстояниях от 500 м и более.

С 1998 г. задача создания аппаратурных средств для обнаружения оптики решалась на основе опти-

ко-локационного метода, основанного на эффекте световозвращения, возникающего при лазерном зондировании контролируемых объектов. Суть эффекта световозвращения состоит в способности оптических объектов отражать зондирующее излучение в обратном направлении под углом, близким к углу его падения.

Для обнаружения малоапертурной, скрыто размещенной оптики была разработана аппаратура, получившая название «Антисвид» (см. рис. 7), позволяющая визуализировать местоположение скрытых систем видеонаблюдения, имеющих входную оптику с апертурой 1 мм, с высокой точностью и достоверностью при поиске на расстоянии до 15–20 м.

Одновременно с этой разработкой была создана аппаратура для обнаружения длиннофокусной оптики и приборов ночного видения на значительных (до 1000 м) расстояниях. Изделие получило название «Спин» (второе название, менее распространенное — «Антиснайпер»), имеет небольшие массогабаритные характеристики и позволяет обнаруживать практически любые прицелы, бинокли, длиннофокусные объективы и приборы ночного видения на расстоянии до 1000 м.

Современные профессиональные аппаратурные средства «Антисвид-2» и «Спин-2», как результат модернизации и усовершенствования предыдущих моделей, обладают высокими техническими и эксплуатационными характеристиками и рекомендованы для оснащения подразделений силовых структур и правоохранительных органов, в функции которых входит обеспечение информационной безопасности, «Спин-2» принят на снабжение подразделений МО РФ.

В 2008 г. была выполнена разработка упрощенного (общегражданского) варианта аппаратуры поиска скрытых малоапертурных телевизионных средств видеонаблюдения «Гранат», имеющая небольшие массогабаритные характеристики, низкое энергопотребление и стоимость. А в 2012 г. создан портативный прибор «Гранат-2», наделенный двумя диапазонами зондирующего излучения, которые могут работать в раздельном и комбинированном вариантах, в непрерывном или импульсном режиме, что значительно расширяет возможности такой техники по поиску скрытых и защищаемых телевизионных средств видеонаблюдения.

Постоянно растущая потребность и заинтересованность в использовании аппаратуры «Спин-2», полученные отклики, предложения и замечания от различных специалистов, работавших с такой техникой, обусловили необходимость и целесообразность ее модернизации.

В 2019 г. завершилась разработка новой портативной оптико-электронной системы «Спин-3»,

предназначенной для обнаружения оптических и оптико-электронных средств наблюдения на расстоянии до 2000 м, измерения расстояния до обнаруженных целей, определения ее азимута и угла склонения, вычисления координат цели.

Достаточно высокие функционально-технические характеристики в совокупности с небольшой массой и габаритами достигнуты за счет реализации в аппаратуре высокочувствительного ТВ-канала со светосильным вариообъективом, полупроводникового лазерного излучателя с оптическим формирователем зондирующего растра, встроенных лазерного дальномера, электронного компаса, акселерометра и GPS/ГЛОНАСС-модуля. Результаты наблюдения можно регистрировать на встроенную память в виде отдельных телевизионных кадров. Количество кадров определяется емкостью используемой карты памяти.

Тепловой (тепловизионный) метод и тепловизионная аппаратура

Следуя принятому методу изложения материала в этой работе, описание современных разработок тепловизионных систем Центра начнем с достаточно краткого, но, по мнению автора, необходимого исторического экскурса.

Как уже отмечалось, в 1983 г. в соответствии с постановлением директивных органов перед коллективом НИИИИ МНПО «Спектр», а точнее, перед Спецотделом № 6 была поставлена задача создания отечественного портативного неохлаждаемого тепловизионного приемника, работающего в диапазоне 8–13 мкм, предназначенного для решения специальных поисково-диагностических задач.

Уже к концу 1985 г. эта задача была решена. Результат – разработана первая отечественная портативная неохлаждаемая тепловизионная камера, где в качестве преобразователя ИК-излучения использовался пирокон (пировидикон), обладающий режимом панорамирования и модуляции. Эта аппаратура относилась ко второму поколению тепловизионной техники. Тепловизионная камера была разработана в двух модификациях: ТН-1 и ТН-2, отличия между которыми заключались в формировании тепловизионного изображения: аналоговый режим в модели ТН-1 и цифровой – на основе периферийного модуля УФТИ в ТН-2. Аппаратура предназначалась для решения поисковых задач, связанных с диагностикой строительных конструкций и осуществления поиска тепловыделяющих объектов на открытых пространствах. Доработанное с учетом специфических требований эксплуатации в полевых условиях изделие ТН-2, получившее название «Отблеск-1», в ноябре 1990 г. было принято на снабжение одного из подразделений органов безопасности.

Следующими шагами в создании тепловизионной техники была завершенная в 1993 г. разработка поисковой неохлаждаемой многофункциональной тепловизионной камеры ТН-3, в 1997 г. – неохлаждаемой тепловизионной камеры ТН-4 со значительно уменьшенными массогабаритными характеристиками и расширенными функциональными возможностями. В основе этих камер был все тот же пировидикон, но с несколько улучшенными техническими характеристиками.

В 1999–2002 гг. были разработаны два типа тепловизионных приемников: на основе твердотельной пироэлектрической матрицы форматом 320×240 элементов – ТН-4604МП и на основе болометрической матрицы того же формата – ТН-4604МБ. Несколько позже для решения специальных задач на основе тепловизора ТН-4604МП был разработан многофункциональный тепловизор «Скат», наделенный рядом специальных функций. Температурная чувствительность этой аппаратуры уже составляла 0,08–0,1 °С.

В этот же период для решения вопросов приобретения необходимых для создания новой техники тепловизионных матриц, производство которых в России отсутствовало, были налажены тесные контакты с одним из лидеров производства такой продукции – американской фирмой L-3 Communications. Обе стороны были заинтересованы в сотрудничестве, более того, в течение нескольких лет НИИИИИ в лице НИО-6 имел статус официального представителя L-3 Communications в России. Однако контакты сохранялись до 2012–2013 гг., а затем не по нашей вине прекратились.

Итогом сотрудничества можно назвать приобретенный опыт разработки тепловизионных средств на основе современных многоэлементных преобразователей, а также разработанные и выпускаемые в течение ряда лет портативные тепловизоры «Катран-2» и «Катран-3». Производство этих моделей прекратилось в связи с прекращением поставок фирмой L-3 Communications ИК-модулей.

Дальнейшие разработки тепловизионной аппаратуры велись в Центре на основе ИК-преобразователей, где использовался сенсор производства фирмы ULIS, а алгоритм формирования тепловизионного изображения и мультиплексор – российские. Эти преобразователи имеют два основных формата: 384×288 или 640×420 и собственное температурное разрешение 0,05–0,08 °С.

Формируя стратегию развития в Центре тепловизионного направления, было решено сосредоточиться на разработках неохлаждаемой тепловизионной аппаратуры, относящейся к третьему поколению, с использованием многоэлементных неохлаждаемых твердотельных матриц с рабочим диапазоном 8–14 мкм. Такие тепловизионные си-



Рис. 8. Неохлаждаемые тепловизионные средства производства Спецотдела № 6 и НПЦ «Спектр-АТ»

стемы (ТС) относятся к классу «наблюдательные» или «поисковые» и условно, в соответствии с общепринятой классификацией, делятся на три основные группы:

- ТС малой дальности действия (до 0,7–1,0 км по ростовой фигуре человека (РФЧ) и до 1,5–2,0 км по броневому автомобилю (БТР));
- ТС средней дальности действия (соответственно 1,2–1,5 и 2–4 км, а также до 8 км по самолету);
- ТС повышенной дальности действия, превышающей значения, соответствующие средней дальности.

Тепловизионные средства малой и средней дальности – это, как правило, портативные приборы, а тепловизоры повышенной дальности относятся уже к стационарным или мобильным системам.

В основу стратегии разработки и производства тепловизионных систем в НПЦ «Спектр-АТ» заложена идеология триединого направления, заключающаяся в использовании матричных многоэлементных не охлаждаемых ИК-преобразователей при создании аппаратуры, относящейся к любой из указанных выше групп ТС.

К первому из трех направлений относится разработка и производство портативных поисковых тепловизионных средств, которые включают в себя удерживаемые в руках портативные тепловизоры массой до 2 кг, малогабаритные прицелы для стрелкового оружия, нацеленные и наголовные тепловизионные приборы наблюдения.

К носимым ТС, относящимся к аппаратуре малой и средней дальности, предъявляются, казалось бы, противоречивые требования. С одной стороны, они должны иметь качественную оптику, хорошее температурное и пространственное разрешение для обеспечения наблюдения и разведки на рас-

стоянии до 1000–3000 м, с другой – требуются небольшие размеры, масса, габариты, энергопотребление, обеспечивающие длительную автономную работу, высокая защищенность от влаги и пыли, прочность корпуса и удобство эксплуатации.

Классическим примером портативной носимой тепловизионной аппаратуры, отвечающей практически всем этим требованиям, являются современные аппаратурные средства серии «Катран». Разработка аппаратуры с таким названием началась в начале 2010-х гг., и к 2012 г. последовательно появились портативные неохлаждаемые тепловизоры «Катран», «Катран-М», «Катран-2», «Катран-3», изображенные на рис. 8.

Одновременно для расширения спектра портативных аппаратурных средств осуществлялся поиск конструктивно-технических решений для производства тепловизионных очков и тепловизионных прицелов, разработка которых была завершена, изготовлены опытные образцы аппаратуры, но их производство по разным причинам на некоторое время было приостановлено.

Другая ситуация сложилась с тепловизионной аппаратурой серии «Катран». В результате модернизации и доработок аппаратуры с учетом предложений и пожеланий пользователей к 2022 г. сформировался типовой ряд этой серии, представленный на рис. 8.

Общим для всей аппаратуры серии «Катран» является их функциональное назначение – эффективное наблюдение за объектами или охраняемыми зонами в любое время суток и в сложных метеословиях. Однако каждая из разработок имеет свои особенности и в соответствии с ними свои области применения.

«Катран-СМ» – портативный малогабаритный поисковый тепловизор является полнофункциона-

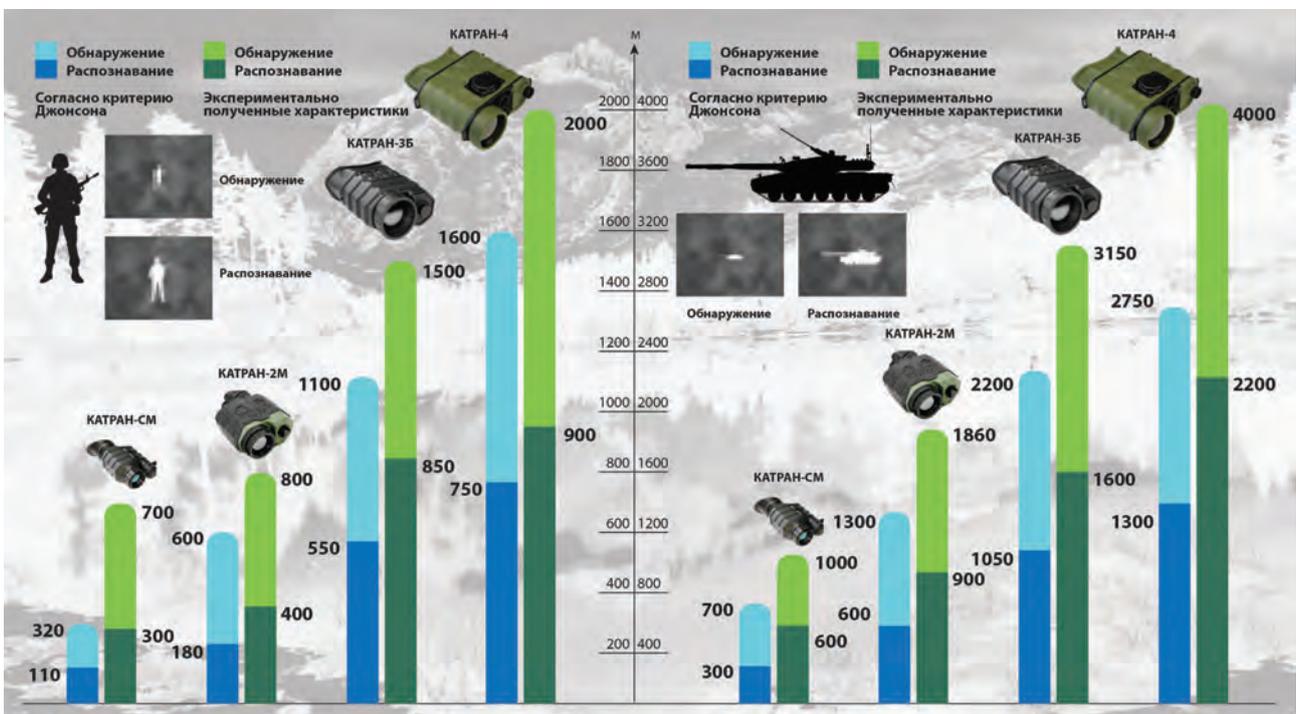


Рис. 9. Сравнение обнаружительных характеристик тепловизоров серии «Катран»

нальным, серийно выпускаемым универсальным и эффективным средством всепогодного круглосуточного наблюдения, обладающий лучшими среди близких аналогов массогабаритными и функциональными характеристиками, предназначен для индивидуального оснащения наблюдателя, разведчика или бойца спецподразделения, относится к тепловизионным средствам малой дальности действия.

Конструкция прибора позволяет использовать его как классический монокуляр с цифровым увеличением 1×, 2×, 4× или устанавливать его на оголовье (шлеме) наблюдателя, что освобождает обе руки, а также соединить два прибора, создав тем самым тепловизионный бинокль, который с успехом заменяет тепловизионные очки типа «Циклоп-2», имеющие большую массу и габариты.

«Катран-2М» — портативный неохлаждаемый поисковый тепловизор, имеющий корпус из ударопрочного пластика с ребристым обрешиванием. Объектив прибора защищен выступами корпуса и резиновой блендой. Аппаратура наделена функциями расцветивания ИК-изображения (4 палитры), цифрового увеличения (2×; 4×), измерения расстояния в диапазоне от 25 до 250 м с помощью дальномерной сетки. Помимо основной функции решения поисково-разведывательных задач, является великолепным средством наблюдения для охотников, экологов, пожарных. Предназначен для работы на расстоянии до 800 м. Это индивидуально-групповое средство наблюдения и разведки.

«Катран-3Б» — высокоэффективное тепловизионное средство наблюдения с возможностью поккадровой и видеофрагментной съемки. Бинокляр аппаратуры не требует изменения межзрачкового расстояния и диоптрийной настройки, дополнен «датчиком глаз», который автоматически отключает (включает) дисплей бинокля при удалении (приближении) прибора от глаз наблюдателя. Такая функция снижает вероятность обнаружения наблюдателя в темное время суток. Корпус прибора изготовлен из легкого прочного металла, обрешивен. В дополнение к решению задач наблюдения может применяться при проведении поисково-спасательных операций, охраны границ и периметров объектов, решении разведывательных и криминалистических задач, оценки степени маскировки различных объектов. Прибор предназначен для оснащения отдельных разведывательных подразделений и поисковых групп, пограничных нарядов и постов наблюдения, эффективен на расстоянии до 1500–1800 м и относится к тепловизионным средствам средней дальности действия.

Функционально-технические и массогабаритные характеристики рассматриваемого ряда тепловизионных средств, принятых на снабжение подразделений МО, Росгвардии, МВД и ФСБ России в 2016–2019 гг., позволяют оптимальным образом решать задачи, стоящие перед спецподразделениями и силовыми структурами путем обеспечения ка-



Рис. 10. Портативная многоканальная мультиспектральная аппаратура серии «Спрут»

чественного наблюдения и разведки в любое время суток и в любых погодных условиях на расстояниях от десятков до тысяч метров. Аппаратура серийно выпускается и поставляется в силовые структуры и органы безопасности.

Анализ результатов эксплуатации аппаратуры, в том числе и в реальных боевых условиях, а также отзывов, рекомендаций и пожеланий специалистов убедительно подтвердил целесообразность и необходимость модернизации аппаратуры в направлении создания более функциональных средств наблюдения и разведки с увеличенной дальностью обнаружения различных целей.

В достаточно сжатые сроки, учитывая пожелания, рекомендации и просьбы, в 2020 – 2021 гг. был разработан неохлаждаемый многофункциональный портативный тепловизор «Катран-4» (см. рис. 8) с увеличенным до 1500–2000 м расстоянием обнаружения РФС, наделенный функцией определения собственных координат, измерения расстояния до цели, азимутального угла и, наконец, вычисления координат цели с выводом информации на дисплей окуляра или последующей ее трансляцией по различным служебным каналам в фиксированный адрес. Помимо этого в аппаратуре обеспечивалась возможность сохранения полученной информации в виде фото- и видеофрагментов, а также псевдо-расщепления получаемого тепловизионного изображения на основе одной из пяти палитр. Аппаратура названа «Тепловизионный прибор разведчика», относится к тепловизионным средствам средней дальности, получила, как уже отмечалось, шифр «Катран-4» и замкнула на настоящий момент серийный ряд.

Обнаружительные возможности тепловизионной аппаратуры серии «Катран» представлены в графическом виде на рис. 9, который наглядно демонстрирует то, что арсенал тепловизионных средств серии «Катран» позволяет выбрать и использовать конкретный вид аппаратуры для оптимального решения поставленной поисковой или разведывательной задачи.

Мультиспектральные многоканальные тепловизионные системы

Особенно эффективными средствами наблюдения и разведки являются мультиспектральные многоканальные оптико-электронные приборы, содержащие два и более информационных канала, работающие в различных спектральных диапазонах, к разработке которых приступили в Центре с 2014 г.

В задачу разработчиков входило создание комбинированной портативной многофункциональной мультиспектральной системы, относящейся к ТС средней дальности, способной обеспечивать в режиме круглосуточного и всепогодного наблюдения решение широкого спектра поисково-досмотровых, разведывательных и антитеррористических задач.

Итогом такой работы явилось создание в 2016 г. аппаратурных средств серии «Спрут», представленных в нескольких модификациях, отличающихся друг от друга вариантами объединения в одном и том же корпусе нескольких рабочих информационных каналов, основным из которых является тепловизионный, а в качестве остальных могут быть высокочувствительный телевизионный канал (канал ночного видения) или канал лазерной локации.

Такие двухспектральные или двухканальные модели получили названия: «Спрут-2НВ» – устройство, включающее тепловизионный канал и канал ночного видения на основе ЭОПа, совмещенного с ТВ-камерой; «Спрут-2ОЛ» – все тот же тепловизионный канал и канал лазерной локации. Внешний вид аппаратуры серии «Спрут» представлен на рис. 10.

Результаты опытной эксплуатации аппаратурных средств серии «Спрут-2» в различных подразделениях силовых структур и органов безопасности, а также их предложения и рекомендации позволили достаточно четко сформулировать технические и функциональные требования к перспективным аппаратурным средствам такого класса и разработать в 2020–2022 гг. новые устройства, предназначенные для всепогодного круглосуточного наблюдения и разведки, обнаружения снайперов и

наблюдателей, выявления стрелковых, минометных и артиллерийских позиций, снабженных оптическими или оптико-электронными средствами наблюдения. Такая аппаратура, представленная на рис. 10, получила шифр «Спрут-3» и название «Многоспектральный прибор разведчика».

Как и в варианте аппаратурных средств серии «Спрут-2», в оптико-электронных системах серии «Спрут-3» базовым информационным каналом является тепловизионный, но со значительно улучшенными характеристиками, аналогичными реализованным в изделии «Катран-4».

Первым шагом в создании аппаратуры серии «Спрут-3» была разработка промежуточной модели, названной «Спрут-3ПМ», где вторым информационным каналом является высокочувствительный телевизионный, обеспечивающий детальное рассмотрение обнаруженного объекта даже в сумерках за счет высокой чувствительности телевизионного сенсора и светосильной оптики с переменным фокусным расстоянием (zoom). Для наблюдения в ночное время на расстоянии до 150 м в аппаратуре имеется ИК-подсветка (850 нм). Обработка получаемых по каждому из информационных каналов изображений осуществляется по заданному алгоритму в режиме реального времени. Результаты наблюдения фиксируются в фото/видеоформате на карту памяти емкостью не менее 8 Гб.

Следующая модификация аппаратуры – оптико-электронная система «Спрут-3М». Эта модель отличается от предыдущей наличием третьего канала – лазерного дальномера с рабочей длиной волны 1,54 мкм, обеспечивающего определение расстояния до обнаруженного объекта на дистанции до 4000 м (стена здания), а также электронного компаса и GPS/ГЛОНАСС – навигационного модуля. Лазерный дальномер в комплекте с электронным компасом и навигационным модулем позволяют контролировать собственные координаты наблюдателя, а также определять координаты обнаруженных целей.

В модификации оптико-электронной системы «Спрут-3Л» вторым каналом является канал лазерной локации, работающий в «дуэльном» режиме обнаружения длиннофокусных оптических и оптико-электронных средств наблюдения и прицеливания. Функциональные и технические характеристики этого канала аналогичны параметрам оптико-электронной аппаратуры «Спин-3».

Источником зондирующего излучения в оптико-электронной системе «Спрут-3Л» является полупроводниковый лазер с рабочей длиной волны 808 нм, работающий в импульсном режиме. Лазерное зондирующее излучение сформировано в узкую вертикальную полосу, отражение которого занимает небольшую часть централь-



Рис. 11. Стационарные одно- и двухканальные оптико-электронные системы серии TCH

ной области телевизионного раstra поискового прибора.

По аналогии с предыдущей моделью в аппаратуре «Спрут-3Л» устанавливается лазерный дальномер с рабочей длиной волны 1,54 мкм, электронный компас и GPS/ГЛОНАСС – навигационный модуль, обеспечивающие определение координат обнаруженных целей.

Таким образом, оптико-электронный прибор «Спрут-3Л» является по сути синергетической интеграцией двух отдельных аппаратурных средств – портативного тепловизора «Катран-4» и оптико-электронного прибора «Спин-3».

Электронно-оптические приборы серии «Спрут-3» предназначены для проведения разведывательных мероприятий, поиска и распознавания людей и техники на открытых пространствах и в условиях тщательной маскировки, обнаружения оптических и оптико-электронных приборов (прицелы, бинокли, ПНВ, фото- и видеокамеры), ведущих встречное наблюдение. Оптимальное сочетание высоких технических характеристик и широких функциональных возможностей при небольших массогабаритных параметрах делает аппаратуру серии «Спрут-3» универсальным средством всепогодного круглосуточного наблюдения и разведки при проведении антитеррористических мероприятий и поисково-разведывательных операций, охране объектов, территорий и акваторий, контроле границ и решении других задач, где применение мультиспектральных оптико-электронных систем является решающим фактором быстрого получения максимально полной информации.

Стационарные и быстроразворачиваемые охранно-наблюдательные и разведывательные комплексы

Стационарная тепловизионная аппаратура относится к третьей группе тепловизионных систем и предназначена для решения задач охраны и наблюдения, поиска, локализации, отслеживания и сопровождения целей на расстоянии более 3000 м.

Одной из важных сфер применения такой аппаратуры является ее легкое встраивание в телевизионные системы наблюдения и охраны, значительно расширяя возможности последних. Основная функция охранных телевизионных систем – наблю-



Рис. 12. Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «Спектр-С»

дение, в то время как тепловизионные системы предназначены для обнаружения различных целей.

Стационарные тепловизионные системы, в том числе и производства «Спектр-АТ» серии ТСН (рис. 11), делятся на простые одноканальные, комплексные и комбинированные. Простейший одноканальный вариант представляет собой термостабилизированный корпус с тепловизионным модулем и объективом, фокусное расстояние которого лежит в пределах 35 – 300 мм и зависит от выполняемой аппаратурой задачи.

Комплексные и комбинированные системы той же серии имеют два канала, работающие в различных спектральных диапазонах и объединенные в единой конструкции: тепловизионный и телевизионный, обладающие высокой чувствительностью и пространственным разрешением. Эти каналы имеют одно общее или различные входные окна для разных областей спектра. При этом каждый канал может работать совместно или автономно.

Особенностью комплексных и комбинированных систем является возможность компенсации недостатков одного канала достоинствами другого. Такая аппаратура обеспечивает эффективное наблюдение по каждому каналу на расстояние до 10 000 м. Небольшое отличие комбинированных систем от комплексных заключается в том, что в комбинированных системах осуществляется полное или частичное совмещение оптических осей каналов наблюдения.

Первые образцы стационарных тепловизионных систем, созданных в Центре в начале 2000-х гг., представлены типовым рядом под общим названием ТСН, в состав которого входят одно- и двухканальные приборы, устанавливаемые на кронштейнах или опорно-поворотных устройствах (ОПУ).

В тепловизорах этой серии используются различные типы неохлаждаемых матричных ИК-преобразователей, объективы с различным фокусным расстоянием, процессорные модули. Тепловизоры серии ТСН изготавливаются в зависимости от назначения в различных термокожухах, что обес-

печивает их работу при пониженных температурах (до $-45 \dots -50 \text{ }^\circ\text{C}$), обладают высокой степенью защищенности (IP66-IP67) от воздействия влаги, пыли и т.п.

Изделия серии ТСН могут использоваться как самостоятельное эффективное средство наблюдения, так и встраиваться в систему видео (телевизионного) наблюдения, значительно повышая ее обнаружительные характеристики.

Период с 2000 по 2015 гг. стал для Центра важным этапом, связанным с наработкой опыта и созданием технологий производства современных многоканальных многоспектральных систем наблюдения и разведки. В этот период был разработан по ТЗ заказчиков ряд отдельных единичных экземпляров оптико-электронных комплексов.

Эта аппаратура включает несколько информационных каналов, работающих в различных спектральных диапазонах и объединенных в единый корпус. Изображения от каждого канала выводятся на отдельные мониторы и одновременно вводятся в ЭВМ, которая осуществляет обработку информации от отдельных каналов и совместно по алгоритмам, выбираемым оператором. Важным результатом работы в этот период была разработка структурно-функциональных и принципиальных электронных схем информационных каналов, создание технологической и конструкторской документации производства многоканальных мультиспектральных систем, которые могут включать любой набор из следующих информационных каналов:

- тепловизионный – LWIR, спектральный рабочий диапазон 7 – 14 мкм;
- тепловизионный – SWIR, спектральный рабочий диапазон 0,8 – 1,9 мкм;
- телевизионный высокочувствительный канал высокого разрешения, спектральный рабочий диапазон 350 – 700 нм;
- ближний ИК, спектральный рабочий диапазон 700 – 1000 нм;
- канал лазерной локации (рабочая длина волны лазера 820 нм);
- канал лазерной подсветки с различными рабочими диапазонами;
- канал измерения расстояния на основе лазерного дальномера (рабочая длина волны 915 или 1555 нм);
- ГЛОНАСС/GPS – модуль и компас, обеспечивающие определение собственных координат, азимута и углов наклона аппаратуры в пространстве.

К современной реализации такого типа аппаратурных средств относится принятый в 2020 г. на снабжение подразделений МО РФ быстро разворачиваемый комплект технических средств наблюдения «Спектр-С», представленный на рис. 12.



Рис. 13. Многоканальный мультиспектральный оптико-электронный комплекс наблюдения и разведки «Пластун-СТМ» и «Пластун-М»

Быстро разворачиваемые системы охраны (БРСО) относятся к аппаратным средствам охранной сигнализации и предназначены для контроля периметров временных полевых объектов, отдельных рубежей или зон. В зависимости от типа используемых сенсоров все БРСО делятся на классы, принадлежность к которым определяется физическим принципом работы и собственно используемым датчиком: СВЧ-лучевой, инфракрасный (ИК), емкостной, вибрационный, акустический и т.п.

Комплект «Спектр-С» принадлежит к классу быстроразворачиваемых инфракрасных систем охраны рубежей и предназначен для видеотепловизионного наблюдения и предупреждения о приближении нарушителя к охраняемому объекту или о нахождении его в некоторой контролируемой зоне. Аппаратура может применяться как самостоятельно, так и дополнять традиционные системы охраны периметров.

Базовый комплект «Спектр-С», куда входит автоматизированное рабочее место (АРМ) с антенно-фидерной системой, четыре комбинированных двухканальных оптико-электронных сенсора, размещенных на штативе или специальном кронштейне. В зависимости от комплектации количество сенсоров, называемых блоком камер или выносной точкой наблюдения, может быть увеличено до 16 единиц. В качестве опций любой вариант комплектации БРСО «Спектр-С» может дооснащаться носимыми средствами наблюдения (НСН), в качестве которых используются портативный тепловизор «Катран-ЗБ» (НСН-1) и оптико-электронный прибор «Спин-2» (НСН-2).

Связь между выносными точками наблюдения и АРМ реализована в двух вариантах – беспроводном (до 1000 м) и кабельном (до 200 м).

Комплект «Спектр-С» позволяет решать следующие оперативно-тактические задачи:

- обеспечение охранного видеотепловизионного наблюдения на временно разворачиваемых объектах;
- обеспечение охранного видеотепловизионного наблюдения стоянок военной техники и мест размещения личного состава в полевых условиях;
- расширение технических возможностей видеонаблюдения в особых условиях;
- оснащение личного состава караульных и дежурных служб носимыми средствами наблюдения (тепловизионными, телевизионными с функцией обнаружения оптики и комбинированными);
- использование в качестве резервного средства охранного наблюдения при выходе из строя элементов стационарных систем на время проведения ремонта или восстановления.

Другим примером современных многофункциональных оптико-электронных средств разведки и наблюдения является многоканальный мультиспектральный комплекс наблюдения и разведки «Пластун».

Комплекс «Пластун» предназначен для решения задач круглосуточного наблюдения и разведки, в том числе в сложных метеоусловиях и при постановке противником оптических помех, в целях выявления и определения координат стрелковых огневых точек, минометных и артиллерийских батарей, боевых и транспортных средств, позиций на-

блюдателей и снайперов, а также других объектов, относящихся к категории «цели».

Комплекс имеет два варианта исполнения — стационарно-мобильный и мобильный. Стационарно-мобильный вариант комплекса «Пластун-СТМ» предназначен для ведения наблюдения и разведки на расстояние до 10 000 м, а мобильный вариант «Пластун-М» — на расстояние до 5000 м.

Стационарно-мобильный вариант «Пластун-СТМ» (рис. 13) состоит из двух модулей, соединенных кабелем длиной до 15 м, — основного и блока обработки информации (БОИ).

Основной блок представляет собой металлический кофр с размещенной в нем раздвижной телескопической мачтой, на которой установлено опорно-поворотное устройство (ОПУ) с оптико-электронным модулем (ОЭМ). Корпус блока имеет специальные крепления для его установки на транспортном средстве или непосредственно на грунте.

Блок обработки информации с дисплеем и аккумуляторным модулем размещается в ударопрочном кофре, обладающем повышенной защищенностью от внешнего воздействия.

Комплекс «Пластун-СТМ» может быть размещен на любом транспортном средстве, приводится в рабочее состояние не более чем за 30 мин.

Высота подъема ОЭМ с помощью телескопической мачты при установке аппаратуры на земле не превышает 3,5–4 м.

Мобильный вариант «Пластун-М» также состоит из двух рабочих блоков, оснащенных разъемным кабельным соединением, — выносного и блока обработки информации.

В состав выносного блока входит штатив с установленным на нем оптико-электронным модулем, оснащенный опорно-поворотным устройством. Штатной упаковкой выносного блока является ударопрочный кофр, переносимый в руках или в варианте рюкзака.

Блок управления (БУ), включая пульт управления ОПУ и ОЭМ, планшет-монитор, монокуляр высокого разрешения, аккумуляторный блок питания с зарядным устройством размещаются в ударопрочном кейсе и переносятся в кофре, аналогичном штатной упаковке выносного блока. В этом же кофре укладывается комплект кабелей, необходимых для коммутации двух рабочих блоков и зарядки аккумуляторов.

Длина кабельного соединения РБМ-1с РБМ-2 — 15 м.

Время, необходимое для приведения комплекса «Пластун-М» в рабочее состояние, не превышает 5 мин.

В оптико-электронных модулях комплексов «Пластун-СТМ» и «Пластун-М» реализованы базовые информационные каналы:

- тепловизионный (7–14 мкм, LWIR);

- высокочувствительный телевизионный с варио-объективом;
- лазерный дальномер (1,55 мкм) в комплекте с электронным компасом, акселерометром и GPS/ГЛОНАСС-модулем.

В качестве дополнительных опций в комплексах предусмотрена возможность реализации следующих информационных каналов:

- тепловизионный SWIR-диапазона;
- тепловизионный MWIR;
- телевизионный ночного видения (ПНВ);
- лазерной локации;
- целеуказания.

Количество информационных каналов в одном комплексе определяется его функциональным назначением, требуемыми техническими и массогабаритными характеристиками.

Созданный в НПЦ «Спектр-АТ» аппаратный ряд неохлаждаемых тепловизионных средств позволяет выбрать оптимальное с точки зрения функциональных и массогабаритных характеристик, а также ценовых рамок техническое устройство, необходимое для решения конкретной задачи, связанной с круглосуточным всепогодным наблюдением, разведкой, прицеливанием, сопровождением целей, охраной объектов, таможенным контролем, криминалистическими исследованиями, вождением транспортных средств, поиском раненых и пострадавших в результате военных действий или стихийных бедствий, обнаружением мин, схронов, незаконных погребений и т.п. Круг решаемых задач с помощью тепловизионных средств достаточно широк, что подтверждается достаточно часто повторяемой специалистами, работающими в сфере разработки и производства тепловизионной техники, фразой: «Трудно найти поисково-досмотровую или диагностическую задачу, которая не могла бы быть решена с помощью тепловизионных средств».

Заключение

На первый взгляд представленная работа может показаться не совсем профильной тематике настоящего издания. По крайней мере автора преследует такое ощущение. Однако об обратном говорит достаточно много фактов. Во-первых, уже давно в ходу у специалистов такие термины, как «криминалистическая диагностика» и «антитеррористическая диагностика» наряду с «технической диагностикой», что свидетельствует о едином методическом подходе различных специалистов к решению стоящих задач. Помимо этого аппаратура, применяемая для решения антитеррористических задач, основана на методах интроскопии и по структурно-функциональным схемам весьма схожа с техническими средствами неразрушающего контроля. Наконец обмен информацией, связанной с техни-

ческими и технолого-конструктивными решениями, еще никому не мешал.

В итоге, набравшись смелости, автор предлагает организовать в настоящем издании раздел «Антитеррористическая техника» или «Антитеррористическая техника и диагностика», в наполнении которого статейным материалом, думаю, что с удовольствием примет участие достаточно широкий круг специалистов.

Список использованной литературы

1. Клюев В.В. Моя неразрушающая история. М.: Машиностроение, 2006. 240 с.
2. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Технические средства антитеррористической и криминалистической техники: учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Клюева. М.: ИД «Спектр», 2011. 206 с. (Диагностика безопасности).
3. Ковалев А.В. Антитеррористическая и криминалистическая диагностика. // Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. / под ред. В.В. Клюева; Т. 8. Кн. 2. М.: Машиностроение, 2005. С. 509–798.
4. Ковалев А.В. Неразрушающий контроль и антитеррористическая безопасность. История и реальность // 50 лет НИИ интроскопии МНПО «Спектр». М., 2014. С. 26–47.
5. Ковалев А.В. Антитеррористическая и криминалистическая диагностика // Контроль. Диагностика. 2004. № 2. С. 13–29.
6. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Разработка и производство тепловизионной поисково-досмотровой техники для решения антитеррористических задач // Контроль. Диагностика. 2009. № 4. С. 54–64.
7. Ковалев А.В., Самокрутов А.А., Федчишин В.Г., Шевалдыкин В.Г. Специальные поисковые средства интроскопии // Контроль. Диагностика. 1999. № 5. С. 24–29.
8. Ковалев А.В., Матвеев В.И. Разработка и развитие микроволновых методов и приборов технической диагностики // Контроль. Диагностика. 2014. № 3. С. 89–92.
9. Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г., Козлов В.Н. История АКС // 50 лет НИИ интроскопии МНПО «Спектр». М., 2014. С. 52–62.
10. Каталог тепловизионной аппаратуры – 2022: Альбом проспектов НПЦ «Спектр-АТ». М., 2022.



СВАРПРОМ

С НАМИ НАДЕЖНЕЕ

Тел.: +7 (9372) 25-84-67

Моб.: +7 (927) 115-41-34

E-mail: svarprom1@mail.ru
(Кочнев Алексей Сергеевич)



Компания ООО «АСТ «Сварпром» предлагает широкий спектр услуг по всей территории России

- Неразрушающий контроль сварочных соединений и материалов
- Механические испытания, химический анализ
- Сварочно-монтажные работы
- Технадзор за строительством объекта
- Специалисты по сварочному производству IV уровня НАКС
- Оформление исполнительной и сдаточной документации
- Геодезические работы
- Обследования и испытания бетонных конструкций



Лаборатория ООО «АСТ «Сварпром» готова к выполнению технически сложных задач, поставленных перед нашими специалистами.

РЕКЛАМА