

МВД России
Санкт-Петербургский университет

**СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА
ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ**

Учебник

Часть 2

*Под общей редакцией
кандидата технических наук В. М. Соколова*

Санкт-Петербург
2023

УДК 62:351
ББК 67.401.133
С71

Соколов В. М., Кежов А. А., Грачёв Ю. А.

С71 Специальная техника органов внутренних дел : в 2-х ч. Ч. 2: учебник / под общ. ред. В. М. Соколова. — Санкт-Петербург: СПбУ МВД России, 2023. — 544 с.

Авторский коллектив:

Соколов В. М. т. 5, 6 (в соавт.), закл.; **Кежов А. А.** т. 6 (в соавт.);
Грачёв Ю. А. (т. 7)

ISBN 978-5-91837-768-0
ISBN 978-5-91837-770-3 (ч. 2)
EDN FCTMXD

Материал учебника по дисциплине «Специальная техника органов внутренних дел» соответствует одноименной программе. Охватывает вопросы назначения, классификации, устройства, принципов работы и основ практического применения специальных технических средств в деятельности подразделений органов внутренних дел Российской Федерации.

Предназначен для курсантов и слушателей, проходящих обучение в Санкт-Петербургском университете МВД России по специальностям: 40.02.03 — обеспечение законности и правопорядка; 40.03.01 — юриспруденция; 40.05.01 — правовое обеспечение национальной безопасности; 40.05.02 — правоохранительная деятельность; 40.05.03 — судебная экспертиза; 38.05.01 — экономическая безопасность; 37.05.02 — психология служебной деятельности; 56.05.04 — управление персоналом; 10.05.05 — безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере.

Учебник может быть использован действующими сотрудниками органов внутренних дел для совершенствования технической подготовки.

УДК 62:351
ББК 67.401.133

Рецензенты:

Агеенков А. А., кандидат юридических наук, доцент
(Рязанский филиал Московского университета МВД России имени В. Я. Кикотя);

Черняков С. А., кандидат юридических наук, доцент
(Белгородский юридический институт МВД России имени И. Д. Путилина);

Шеуджен Н. А., кандидат исторических наук, доцент
(Краснодарский университет МВД России)

ISBN 978-5-91837-768-0
ISBN 978-5-91837-770-3 (ч. 2)

© Санкт-Петербургский университет
МВД России, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 5. Технические средства выявления информации	4
5.1. Технические средства поиска и досмотра	4
5.2. Антитеррористические системы и комплексы	149
Глава 6. Технические средства фиксации информации	332
6.1. Правовые основы применения технических средств фиксации информации	333
6.2. Понятие, назначение и классификация технических средств фиксации информации	340
6.3. Технические средства оперативного наблюдения и разведки видимого диапазона	341
6.4. Технические средства оперативного наблюдения и разведки инфракрасного диапазона	351
Глава 7. Технические средства защиты информации.....	500
7.1. Основные понятия в области защиты информации.....	500
7.2. Категории защищаемой информации.....	505
7.3. Требования к обладателю информации по обеспечению ее защиты.....	507
7.4. Характер угроз для защищаемой информации	509
7.5. Правовые и организационные меры защиты информации	512
7.6. Технические меры защиты информации	513
Заключение	519
Список рекомендуемых источников	520

ГЛАВА 5 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВЫЯВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

5.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПОИСКА И ДОСМОТРА

Существуют различные определения понятия «технические средства поиска и досмотра». В качестве примера можно привести следующие определения:

1. Поисковая техника, приборы контроля и досмотра — специальные технические средства, состоящие на вооружении органов внутренних дел, применяемые для обнаружения (отыскания) людей, захороненных трупов, предметов, вещей либо каких-то иных объектов, умышленно сокрытых в противоправных целях¹.

2. Под досмотрово-поисковой техникой понимается комплекс технических средств, используемый для поиска объектов, обнаружение которых органами чувств человека затруднено или невозможно, а также для контроля посетителей и пассажиров, их вещей (ручной клади, багажа и т. п.) при обеспечении безопасности различных учреждений, массовых мероприятий и общественного транспорта².

3. Технические средства поиска и досмотра (изделия, приборы, устройства и приспособления) позволяют выявить опасные предметы и вещества по признакам, не воспринимаемым органами чувств человека в укрывающих средах (грунте, воде, одежде, багаже и т. д.)³.

Каждое из приведенных выше определений содержит ключевые взаимодополняющие детали, которые могут быть использованы для синтеза единого определения термина «технические средства поиска и досмотра», приведенного ниже.

Технические средства поиска и досмотра — это комплекс состоящих на вооружении органов внутренних дел специальных технических средств, предназначенных для выявления в укрывающих средах умышленно сокрытых в противоправных целях опасных предметов и веществ по признакам, обнаружение которых органами чувств человека затруднено или невозможно.

Перечни оружия, взрывчатых веществ или других устройств, предметов и веществ, в отношении которых установлен запрет или ограничение на перемещение в зону транспортной безопасности или ее часть приведены в приказе Министерства транспорта РФ от 23.07.2015 г. № 227 «Об утверждении Правил проведения досмотра, дополнительного досмотра, повторного досмотра в целях обеспечения транспортной безопасности» (с изменениями и дополнениями от 11.01.2018 г., 25.03. 2019 г. и 07.09.2020 г.)⁴.

В перечень оружия (перечень 1) входит боевое оружие и его основные части, а также боеприпасы к такому оружию, оружие гражданское и служебное, оружие, производимое только для экспорта, отвечающее требованиям стран-импортеров, оружие служебное и его основные части, а также холодное оружие.

¹ Основы применения специальной техники и информатики в профессиональной деятельности сотрудника полиции: учебное пособие. С. 122.

² Специальная техника органов внутренних дел: учебник: в 2 ч. — М.: ДГСК МВД России, 2014. Ч. 1. С. 70.

³ Материалы ФКУ НПО «СТиС» МВД России.

⁴ Сайт ООО «НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС"». URL: <https://base.garant.ru/71360968/> (дата обращения: 01.03.2023).

К перечню взрывчатых веществ (перечень 2) отнесены средства пиротехнические, взрывчатые вещества, составные части взрывных устройств, а также снаряжение и прочие составные части взрывных устройств.

Перечень других устройств, предметов и веществ, в отношении которых установлен запрет или ограничение на перемещение в зону транспортной безопасности или ее часть (перечень 3), включает предметы и вещества, содержащие опасные радиоактивные агенты, предметы и вещества, содержащие опасные химические агенты, предметы и вещества, содержащие опасные биологические агенты, предметы, содержащие взрывчатые вещества, а также изделия, конструктивно сходные с огнестрельным оружием, пневматическим оружием и холодным оружием, а также способные применяться при совершении актов незаконного вмешательства (АНВ) в качестве таких видов оружия.

Перечень основных опасных веществ и предметов, запрещенных (разрешенных с соблюдением требуемых условий) к перевозке на борту воздушного судна членами экипажа и пассажирами в зарегистрированном багаже и вещах, находящихся при пассажирах, приведен в Приложении 1 к приказу Министерства транспорта РФ от 25.07.2007 г. № 104 «Об утверждении правил проведения предполетного и послеполетного досмотров» (с изменениями и дополнениями от 29.11.2010 г., 30.03.2018 г.)¹.

В соответствии с данным документом запрещено перевозить на борту воздушного судна членами экипажа и пассажирами в зарегистрированном багаже и в вещах, находящихся при пассажирах, следующие опасные вещества и предметы:

1. Взрывчатые вещества, средства взрывания и предметы, ими начиненные: пороха всякие, в любой упаковке и в любом количестве; патроны боевые (в том числе малокалиберные); патроны к газовому оружию; капсюли (пистоны) охотничьи; пиротехнические средства: сигнальные и осветительные ракеты, патроны сигнальные, посадочные шашки, дымовые патроны (шашки), спички подрывника, бенгальские огни, петарды железнодорожные; тротил, динамит, тол, аммонал и другие взрывчатые вещества; капсюли-детонаторы, электродетонаторы, электровоспламенители, детонирующий и огнепроводный шнур и т. д.

2. Сжатые и сжиженные газы: газы для бытового пользования (бутан-пропан) и другие газы; газовые баллончики с наполнением нервно-паралитического и слезоточивого воздействия и т. д.

3. Легковоспламеняющиеся жидкости: ацетон; бензин; пробы легковоспламеняющихся нефтепродуктов; метанол; метилацетат (метилловый эфир); сероуглерод; эфиры; этилцеллозола.

4. Воспламеняющиеся твердые вещества: вещества, подверженные самопроизвольному возгоранию; вещества, выделяющие легковоспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой: калий, натрий, кальций металлический и их сплавы, кальций фосфористый и т. д; фосфор белый, желтый и красный и все другие вещества, относящиеся к категории воспламеняющихся твердых веществ.

5. Окисляющие вещества и органические перекиси: нитроцеллюлоза коллоидная, в гранулах или хлопьях, сухая или влажная, содержащая менее 25 % воды или растворителя; нитроцеллюлоза коллоидная, в кусках, влажная, содержащая менее 25 % спирта; нитроцеллюлоза сухая или влажная, содержащая менее 30 % растворителя или 20 % воды и т. д.

6. Токсичные вещества.

7. Радиоактивные материалы.

8. Едкие и коррозирующие вещества: сильные неорганические кислоты — соляная, серная, азотная и другие; фтористо-водородная (плавиковая) кислота и другие сильные кислоты и коррозирующие вещества.

9. Ядовитые и отравляющие вещества: любые ядовитые сильнодействующие и отравляющие вещества в жидком или твердом состоянии, упакованные в любую тару; бруцин; никотин; стрихнин; тетрагидрофуруриловый спирт; антифриз; тормозная жидкость; этиленгликоль; ртуть; все соли синильной кислоты и цианистые препараты; циклон, цианплав, мышьяковистый ангидрид и т. д.; другие опасные вещества, предметы и грузы, которые мо-

¹ Там же.

гут быть использованы в качестве орудия нападения на пассажиров, экипаж воздушного судна, а также создающие угрозу полета воздушного судна.

10. Оружие: пистолеты, револьверы, винтовки, карабины и другое огнестрельное, газовое, пневматическое оружие, электрошоковые устройства, кортики, стилеты, десантные штык-ножи, за исключением случаев и в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Для поиска перечисленных выше опасных предметов и веществ может быть задействован обширный арсенал технических средств поиска и досмотра, принятых на вооружение органов внутренних дел Российской Федерации. Выбор конкретного образца техники поиска и досмотра осуществляется, исходя из свойств объекта поиска, укрывающей среды и условий использования приборов.

В качестве критериев для классификации поисковой и досмотровой техники принято использовать объект поиска (средства поиска взрывчатых веществ, средства поиска наркотических и психотропных веществ, обнаружители оружия, обнаружители радиоактивных веществ и т. д.), обнаруживаемый параметр (рентгенотелевизионная техника, обнаружители оптических устройств, обнаружители радиоэлектронных устройств, обнаружители радионуклидов и т. д.), мобильность (стационарные, портативные, носимые) и условия эксплуатации (контактные, бесконтактные и вспомогательные).

Рассмотрим ниже несколько групп технических средств, способных успешно обнаруживать некоторые наиболее распространенные опасные объекты и вещества, представляющие оперативный интерес.

5.1.1. Средства визуального контроля

Средства визуального контроля представляют собой устройства, предназначенные для доставки зрительному аппарату человека визуальной информации о труднодоступных местах в обследуемых конструкциях различных объектов. К таким устройствам относятся комплекты досмотровых средств, в том числе досмотровые зеркала, технические эндоскопы, видеоэндоскопы и комплекты беспроводных досмотровых средств.

Комплекты досмотровых средств

Комплекты досмотровых средств предназначены для визуального обследования скрытых и труднодоступных полостей, а также поверхностей автотранспортных средств, механизмов, грузовых контейнеров, цистерн, помещений и других объектов в процессе проведения мероприятий по выявлению взрывных устройств и взрывчатых веществ, оружия, боеприпасов, наркотиков, контрабанды и других общественно опасных предметов и веществ.

Комплект досмотровых средств «Поиск-2У»¹

Комплект досмотровых средств «Поиск-2У» (рис. 5.1) предназначен для визуального контроля в полевых условиях труднодоступных слабоосвещённых и неосвещённых мест в помещениях, транспортных средствах и грузах, а также для контроля мягких и сыпучих сред в целях поиска посторонних предметов. Комплект досмотровых средств «Поиск-2У» принят на снабжение МВД России в 2015 г.²

¹Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». URL:<https://www.spektr-at.ru/catalogue/> поисково-досмотровая-техника/досмотровые-зеркала/комплект-досмотровых-средств-поиск-2у-detail.html (дата обращения: 01.03.2023).

² Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ "Спектр-АТ"» // Специальная поисково-досмотровая техника: сб. докл. Междунар. научно-практич. конф. / под общ. ред.: Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — М., 2016. — 148 с. С. 18–22. URL:<http://edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page18.html> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.1. Комплект досмотровых средств «Поиск-2У»

Комплект обеспечивает визуальный досмотр с помощью набора сменных зеркал с подсветкой электрическими фонарями, а контроль мягких и сыпучих сред — посредством применения комплекта щупов «КЩ-3».

В состав комплекта досмотровых средств «Поиск-2У» входят:

- телескопическая штанга большая с держателем сменных зеркал и телескопическая штанга малая с зеркалом 40 мм;
- зеркала круглые диаметром 140, 80, 50, 35 мм и зеркало прямоугольное 110x65 мм;
- фонари большой светодиодный и малый;
- комплект щупов «КЩ-3»;
- отвёртка универсальная реверсивная с комплектом насадок (6 шт.);
- штатная упаковка (кофр, подсумок).

Состав комплекта досмотровых средств «Поиск-2У» представлен на рисунке 5.2¹.



Рис. 5.2. Состав комплекта досмотровых средств «Поиск-2У»

¹ Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровые-зеркала/комплект-досмотровых-средств-поиск-2у-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

Удобный механизм крепления зеркал позволяет без применения дополнительного инструмента, в минимальное время осуществить замену зеркала на наиболее подходящее и установить нужный для работы обзор (угол поворота зеркала относительно оси штанги от 0 до 180°). Тактико-технические характеристики комплекта досмотровых средств «Поиск-2У» представлены в таблице 5.1¹.

Таблица 5.1

**Тактико-технические характеристики комплекта
досмотровых средств «Поиск-2У»**

Характеристика	Значение
Длина большой телескопической штанги: — в сложенном состоянии — в разложенном состоянии	Не более 680 мм; не менее 1 580 мм
Угол поворота зеркала относительно оси штанги	0–180°
Размер съемных зеркал для телескопической штанги	140, 80, 50, 35, 110x65 Ø
Длина малой телескопической штанги: — в сложенном состоянии — в разложенном состоянии	Не более 750 мм; не менее 160 мм
Зеркало на малой телескопической штанге	40 Ø
Длина рабочей части короткого щупа	310 мм
Длина рабочей части длинного щупа	470 мм
Длина рабочей части удлинителя щупов	470 мм
Габариты изделия	Не более 740x210x100 мм
Электропитание фонаря большой телескопической штанги	2xD
Электропитание фонаря малой телескопической штанги	2xAA
Масса изделия	Не более 3,2 кг
Климатические условия эксплуатации	-30 до +50°C

Переносной комплект для обследования автотранспорта «Гастроль-П»²

Комплект специального досмотрового инструмента «Гастроль-П» (рис. 5.3) предназначен для досмотра транспортных средств, контейнеров и крупногабаритных грузов в целях обнаружения тайников или незаконных вложений, проведения их обследования без или со вскрытием.

В базовую комплектацию специального досмотрового инструмента «Гастроль-П» входят: короткая и длинная гибкая оптоволоконная насадка для фонаря, цифровой мультиметр, овальное зеркало 50x25 мм на гибкой штанге с подсветкой, штанга телескопическая, зеркало 110x65 мм для телескопической штанги, комплект из 2 щупов с удлинителем, универсальный нож (пассатижи-трансформер), отвёртка реверсивная с насадками, набор ключей 8–17 мм (6 шт.), фонарь, пинцет, рулетка 5 м, ключ разводной (150 мм), молоток с фибергласовой ручкой (300 г), гвоздоёр усиленный (ломик монтажный) (300 мм), зубило-скарпель, аккумуляторы AA и зарядное устройство.

¹ Там же.

² Там же.



Рис. 5.3. Комплект специального досмотрового инструмента «Гастроль-П»

Комплект «Гастроль-П» включает в себя досмотровые и измерительные средства, а также набор инструментов для выполнения демонтажных и монтажных работ.

Состав комплекта специального досмотрового инструмента «Гастроль-П» представлен на рисунке 5.4¹.



Рис. 5.4. Состав комплекта специального досмотрового инструмента «Гастроль-П»

Тактико-технические характеристики комплекта специального досмотрового инструмента «Гастроль-П» приведены в таблице 5.2².

¹ Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровая-техника/переносной-комплект-для-обследования-автотранспорта-гастроль-п-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Таблица 5.2

**Тактико-технические характеристики комплекта
специального досмотрового инструмента «Гастроль-П»**

Характеристика	Значение
Длина телескопической штанги: — в сложенном состоянии — в разложенном состоянии	Не более 680 мм; не менее 1 580 мм
Угол поворота зеркала относительно оси штанги	0–180°
Длина гибкой штанги	Не менее 450 мм
Длина короткого щупа	Не менее 310 мм
Длина длинного щупа	Не менее 470 мм
Длина удлинителя	Не менее 470 мм
Длина малой оптоволоконной насадки	Не менее 170 мм
Длина удлинённой оптоволоконной насадки	Не менее 500 мм
Размер зеркала на гибкой штанге	50х25 мм
Размер зеркала для телескопической штанги	110х65 мм
Электропитание гибкой штанги	2хАА
Электропитание фонаря	2хАА
Габариты изделия	700х350х105 мм
Масса изделия	Не более 6,5 кг
Диапазон рабочих температур	-30 +40°С

Средства визуального контроля позволяют решать ограниченный круг поисковых и досмотровых задач, поскольку обеспечивают визуальный доступ только к тем объектам поиска (контроля), которые не укрыты какими-либо средами.

Видеоэндоскопы и штанги досмотровые

Видеоэндоскопы являются монокулярными оптико-электронными приборами, в которых изображение объектов формируется объективом на матрице ПЗС, встроенной в головку рабочей части. Матрица преобразует оптическое изображение в электрические сигналы, которые по проводной линии или по радиоканалу передаются в блок обработки, после чего изображение воспроизводится на экране монитора. Цифровая обработка сигналов позволяет производить видеозапись передаваемых изображений и фиксировать их в виде фотографий. В видеоэндоскопах рабочая часть может быть любой необходимой для практического применения длины.

Комплекс видеонаблюдения «Мираж-ДТВ»^{1,2}

Поисково-досмотровый комплекс «Мираж-ДТВ» (рис. 5.5) предназначен для ведения поисково-досмотровых и специальных операций подразделениями силовых структур и правоохранительных органов. Универсальный поисковый комплекс «Мираж-ДТВ» принят на вооружение органов внутренних дел в 2015 г.

¹ Там же.

² Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ "Спектр-АТ"». Там же.



Рис. 5.5. Поисково-досмотровый комплекс «Мираж-ДТВ»

Поисково-досмотровый комплекс «Мираж-ДТВ» обеспечивает осмотр труднодоступных полостей и помещений через оконные или дверные проемы, вентиляционные отверстия и прочие подходящие по размеру проемы ограждающих конструкций с помощью телевизионного или тепловизионного модулей на телескопической штанге или с помощью видеоозонда. Кроме того, комплекс позволяет вести видеонаблюдение с возможностью регистрации информации непосредственно оператором или передачи ее по радиоканалу на контрольный пульт, удаленный на расстояние до 1 000 м.

В базовую комплектацию поисково-досмотрового комплекса «Мираж-ДТВ» входят удлиненная раздвижная штанга с размещенными на ней монитором, электронным блоком, дистанционно управляемым телевизионным модулем, в состав которого входят обзорная и длиннофокусная телевизионные камеры с ИК-подсветкой, а также высокочувствительный микрофон. Комплекс может быть оснащен дополнительными модулями, к которым относятся тепловизионный и эндоскопический модули.

В составе комплекса «Мираж-ДТВ» выделены две подсистемы — комплект оборудования оператора и комплект аппаратуры контрольного пульта¹.

Комплект аппаратуры контрольного пульта

Комплект аппаратуры контрольного пульта поисково-досмотрового комплекса «Мираж-ДТВ» (рис. 5.6) обеспечивает²:

- регистрацию видео— и аудиоинформации на расстоянии до 1 000 м от оператора;
- управление функциями устройства видеозаписи (стоп, вперед, назад, просмотр, запись видео— и аудиоинформации на карту памяти типа SD);
- регулировку громкости аудио;
- управление настройками монитора;
- выбор канала передачи сигнала.

¹ Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровая-техника/комплекс-специальных-технических-средств-видеонаблюдения-мираж-дтв-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.



Рис. 5.6. Контрольный пульт поисково-досмотрового комплекса «Мираж-ДТВ»

В комплект аппаратуры контрольного пульта входят:

- контрольный пульт (КП) с возможностью приёма видеоаудиоинформации по радиоканалу и её регистрации;
- радиоприемник видео- и аудиосигнала;
- карта памяти — 8 Гб;
- питающее и зарядное устройство для контрольного пульта;
- наушник;
- видеокабель;
- съёмный тепловизионный модуль (по согласованию);
- комплект дополнительных аксессуаров (2 фотоаппарата, 2 видеокамеры, 2 диктофона и 3 навигатора).

Комплект оборудования оператора

Комплект оборудования оператора поисково-досмотрового комплекса «Мираж-ДТВ» имеет следующие функциональные особенности:

- обеспечивает возможность использования трех типов модулей: телевизионного модуля, тепловизионного модуля и видеоозонда (рис. 5.7);
- телевизионный и тепловизионный модули могут поворачиваться относительно оси штанги;
- возможность регулировки яркости подсветки телевизионного канала и видеоозонда;
- сигнал может передаваться по одному из четырех возможных каналов.



Рис. 5.7. Модули поисково-досмотрового комплекса «Мираж-ДТВ»

Основными элементами оборудования оператора являются:

- съёмный телевизионный модуль с видеокамерами ближнего и дальнего действия с инфракрасной подсветкой и микрофоном;
- видеозонд с полужёсткой рабочей частью;
- дисплей оператора;
- штанга телескопическая;
- наушник;
- вспомогательное оборудование (коммутационный блок, комплект кабелей и зарядное устройство для комплекта аппаратуры оператора).

Тактико-технические характеристики поисково-досмотрового комплекса «Мираж-ДТВ» представлены в таблице 5.3¹.

Таблица 5.3

**Тактико-технические характеристики поисково-досмотрового комплекса
«Мираж-ДТВ»**

Характеристика	Значение
Характеристики телескопической штанги	
Длина телескопической штанги	От 1,2 до 3,7 м
Телевизионный модуль	
Угол обзора телевизионного модуля ближней зоны в горизонтальной плоскости	50°
Угол обзора телевизионного модуля дальней зоны в горизонтальной плоскости	20°
Угол поворота телевизионного модуля относительно оси штанги	±90° (при помощи кнопок управления на штанге)
Тепловизионный модуль	
Тип приемника теплового излучения	Неохлаждаемый микроболометр aSi
Формат приемника теплового излучения	Не менее 160x120 пикс.
Угол поворота тепловизионного модуля относительно оси штанги	±90° (ручная установка)
Видеозонд	
Диаметр/длина рабочей части	10/1 200 мм
Тип исполнения рабочей части	Полужесткий
Беспроводная передача сигналов	
Количество каналов передачи	4
Максимальная дистанция передачи радиосигнала	1 000 м
Физические характеристики	
Время работы	До 5 ч
Масса изделия в упаковке	Не более 47 кг
Диапазон рабочих температур	— 20 до +50°C

¹ Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровая-техника/комплекс-специальных-технических-средств-видеонаблюдения-мираж-дтв-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

Эндоскоп технический телевизионный «ЭТВЦ-М»^{1,2}

Эндоскоп технический телевизионный «ЭТВЦ-М» (рис. 5.8) предназначен для решения сложных поисково-досмотровых задач в случаях, когда осмотр внутренних полостей объектов в труднодоступных и неосвещенных местах возможен только через отверстия или щели небольшого размера.

Эндоскоп «ЭТВЦ-М» обеспечивает вывод изображения на экран видеомонитора, с возможностью производить покадровую или фрагментарную регистрацию процесса наблюдения. Эндоскоп оснащен гибким, защищенным титановой или стальной оплеткой рабочим модулем с управляемым удаленным концом. В видеоэндоскопе «ЭТВЦ-М» реализована возможность быстрой смены рабочих модулей разного диаметра и длины, а также возможность сохранения фото и видео на карту памяти типа SD.



Рис. 5.8. Эндоскоп технический телевизионный «ЭТВЦ-М»

Основным достоинством видеоэндоскопа серии ЭТВЦ-М 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.

¹ Там же.

² Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ "Спектр-АТ"». Там же.

Тактико-технические характеристики видеоскопа «ЭТВЦ-М» представлены в таблице 5.4¹.

Таблица 5.4

Тактико-технические характеристики видеоскопа «ЭТВЦ-М»

Характеристика	Значение
Характеристики рабочей части	
Длина рабочей части	500–3 000 мм
Диаметр рабочей части	(6±0,5); 8; 10 мм
Вид исполнения рабочей части	Гибкий
Угол отклонения дистального конца	±120° (±180°) в одной плоскости
Управление артикуляцией	Ручное
Видеокамера	
Тип приемника излучения	CCIQ, цветной
Формат приемника излучения	656х496 пикс
Видеовыход	PAL
Тип подсветки	Светодиодная
Монитор	
Диагональ	5,6"
Разрешение	960х234 пикс
Питание автономное	
Тип источника питания	2 x Li-ion 18650
Время непрерывной работы	Не менее 2 ч
Физические характеристики	
Масса блока визуализации	Не более 0,7 кг
Диапазон рабочих температур	-10 до +45°C

Помимо видеэндоскопов ЭТВЦ и ЭТВЦ-Т на основе малогабаритных ТВ-камер, к эндоскопам данного семейства относятся также²:

— жесткие эндоскопы серии ЭТЖ (рис. 5.9) на основе градиентной, оптоволоконной или линзовой оптики, в том числе жесткие тонкие и сверхтонкие эндоскопы серии ЭТЖ-ОС, оптический тракт которых построен на основе оптоволоконных стержней (длина рабочей части такого эндоскопа может составлять более 1 м при диаметре до 1 мм, что исключено для градиентной оптики);

— гибкие эндоскопы серии ЭТГ (рис. 5.10) на основе оптоволоконна, с внешними источниками подсветки;

— гибкие автономные эндоскопы серии ЭТА со встроенным источником подсветки на основе сверхярких светодиодов;

— комбинированные или полужесткие эндоскопы серии ЭТпж;

— специальные эндоскопические системы и комплекты.

¹ Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/> поисково-досмотровая-техника/эндоскопы/гибкие-телевизионные-эндоскопы-серии-эत्वц-detail.html (дата обращения: 01.03.2023).

² Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ "Спектр-АТ"». Там же.



Рис. 5.9. Жесткий эндоскоп серии ЭТЖ



Рис. 5.10. Гибкий эндоскоп серии ЭТГ

Штанга досмотровая «Свирель»¹

Досмотровая штанга «Свирель» (рис. 5.11, 5.12) предназначена для проведения осмотра труднодоступных и опасных территорий в различных условиях освещённости.



Рис. 5.11. Досмотровая штанга «Свирель»

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/svirel-shtanga-dosmotrovaya/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.12. Досмотровая штанга «Свирель»

Конструкция досмотровой штанги «Свирель» включает три основных элемента: оптический модуль, телескопическую штангу, а также модуль питания и управления (рис. 5.13). Для увеличения длины штанги до четырёх метров может быть использована дополнительная телескопическая штанга.



Рис. 5.13. Конструкция досмотровой штанги «Свирель»

К функциональным особенностям досмотровой штанги «Свирель» относятся¹:

- наличие сменных оптических модулей высокого разрешения со встроенной подсветкой;
- передача аудиовизуальной информации по высококачественному цифровому каналу;
- универсальное устройство отображения с записью полученной информации;
- функция трехкратного ZOOM;
- лазерный целеуказатель;
- единый источник питания штанги;
- совместимость устройства отображения с серией досмотровых устройств «Свирель», «Скарабей», «Сфера»;
- отсутствие внешних антенн и соединительных кабелей;
- индикация уровня заряда аккумулятора.

Наблюдение может производиться с помощью телевизионного или тепловизионного оптического модуля. Каждый оптический модуль имеет гибкое шарнирное крепление, поз-

¹ Там же

воляющее установить требуемое направление наблюдения. Оптические модули досмотровой штанги «Свирель» показаны на рисунке 5.14.



Рис. 5.14. Оптические модули досмотровой штанги «Свирель»

Телевизионный оптический модуль изготовлен на базе цветной камеры с разрешением 1 080 Р. Имеет светодиодную подсветку видимого и ИК-диапазонов, лазерный целеуказатель, микрофон и датчик положения. Тепловизионный модуль имеет встроенный тепловизор высокого разрешения, светодиодную подсветку видимого диапазона, лазерный целеуказатель, микрофон и датчик положения.

В состав оптических модулей входят цифровые передатчики видеопотока с функцией записи. Изображение передаётся на расстояние до 300 м по цифровому каналу с COFDM-модуляцией на устройство отображения.

Телевизионные или тепловизионные оптические модули досмотровой штанги «Свирель» с помощью быстросъёмных креплений подключаются к модулю питания и управления (рис. 5.15).



Рис. 5.15. Модуль питания и управления досмотровой штанги «Свирель»

Управление подсветками производится с помощью кнопок, расположенных на передней панели модуля питания и управления.

Тактико-технические характеристики досмотровой штанги «Свирель» приведены в таблице 5.5¹.

Таблица 5.5

Тактико-технические характеристики досмотровой штанги «Свирель»

Характеристика	Значение
Телевизионный оптический модуль	
ТВ камера	Цветная CMOS Full HD 1920x1080
Светодиодная подсветка: — видимый диапазон — ИК диапазон — лазерный целеуказатель	Нейтрально белый цвет 940 нм; зелёный, 10 мВт
Тепловизионный оптический модуль	
Тип тепловизора	640x480 PAL 25 к/с
Светодиодная подсветка: — видимый диапазон — лазерный целеуказатель	Нейтрально белый цвет дальность 5 м; зелёный, 10 мВт
Радиоканал	
Дальность работы	300 м
Частотные каналы: — А — В — С — Д	999 МГц 1 056 МГц 1 128 МГц 1 200 МГц
Питание	
Штанга: — встроенное — внешнее	2x Li-Ion 26650 10–30 В
Устройство отображения: — встроенное — внешнее	4x Li-Ion 18650 10–30 В
Время непрерывной работы	
Штанги в режиме наблюдения без подсветки	4 ч
Устройства отображения в режиме наблюдения	4 ч
Время заряда аккумуляторной батареи (АКБ)	
АКБ блока питания и управления штанги	4 ч
АКБ устройства отображения	4 ч
Габариты	
Максимальная длина штанги в разложенном состоянии: — с телевизионным оптическим модулем — с тепловизионным оптическим модулем	4 610 мм 4 650 мм
Минимальная длина штанги без телескопического удлинителя	0,8 м

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/svirel-shtanga-dosmotrovaya/> (дата обращения: 01.03.2023).

Устройство отображения и управления «Планшет»¹

Досмотровая штанга «Свирель» совместима с устройством отображения и управления «Планшет» (рис. 5.16). Универсальное устройство отображения «Планшет» обеспечивает постоянное поддержание уровня горизонта изображения, независимо от положения оптического модуля досмотровой штанги «Свирель».



Рис. 5.16. Устройство отображения и управления «Планшет»

Устройство отображения «Планшет» имеет сверхъяркий монитор высокого разрешения, функцию записи, интерфейсы ETHERNET, HDMI, USB и разъём для подключения головных телефонов. Устройство «Планшет» имеет защитную шторку, позволяющую с комфортом просматривать изображение при ярком внешнем освещении. На боковых поверхностях изделия расположены органы управления.

Устройство отображения и управления «Планшет» может поставляться с поворотным кронштейном, который позволяет крепить «Планшет» на разгрузочном жилете с креплением MOLLE. Заряд встроенных аккумуляторов штанги и устройства отображения осуществляется с помощью унифицированных зарядных устройств.

Досмотровая штанга «Свирель» и устройство отображения и управления «Планшет» в штатной укладке представлены на рисунке 5.17.

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/svirel-shtanga-dosmotrovaya/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.17. Досмотровая штанга «Свирель» и устройство отображения и управления «Планшет» в штатной укладке

«Планшет», как и досмотровая штанга «Свирель», является универсальным устройством отображения и управления для серии изделий «Сфера 3.0», «Скарабей 3.0» и «Скорпион 3.0.», имеющих в своем составе передатчик видеопотока радиолинии «Сектор».

Совместимость устройства отображения с серией досмотровых устройств «Свирель», «Скарабей» и «Сфера» важна не только с точки зрения унификации оборудования, но и с точки зрения создания эшелонированного многоуровневого комплекса устройств аудиовизуального контроля, который может применяться как для досмотра, так и для решения антитеррористических задач.

Ниже будут кратко рассмотрены беспроводные досмотровые устройства «Скарабей» и «Сфера». Подробный анализ данных комплексов будет проведен в Главе 6 данного учебника, посвященной антитеррористическим системам и комплексам.

Беспроводные досмотровые устройства

Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» версия 2.0 «М»^{1,2}

Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» предназначен для оперативного сбора аудио-, видео- и телеметрической информации в труднодоступных и опасных для человека зонах, и передачи по радиоканалу на пульт видеонаблюдения и дистанционного управления. Комплекс «Скарабей» принят на снабжение органов внутренних дел Российской Федерации.

Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» состоит из управляемого досмотрового устройства «Скарабей» (рис. 5.18 справа) и пульта видеонаблюдения и дистанционного управления (рис. 5.18 слева).



Рис. 5.18. Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей»

¹ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 23.

² Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL:<https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

Управляемое досмотровое устройство «Скарабей»^{1,2}

Управляемое досмотровое устройство «Скарабей» (рис. 5.19) представляет собой колёсную платформу со встроенными телевизионными камерами высокого разрешения, микрофоном и передатчиком аудиовизуальной информации по цифровому радиоканалу.



Рис. 5.19. Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей»

Передача аудиовизуальной информации на пульт оператора осуществляется по цифровому (COFDM) радиоканалу для комплекса «Скарабей» версия 2.0 или по аналоговому радиоканалу для младших версий. Цифровой радиоканал выполнен на базе видеопередатчиков и видеоприёмников серии «Кордон» производства АО «СЕТ-1» с COFDM-модуляцией. Цифровой радиоканал предназначен для использования в сложных условиях распространения радиосигнала, таких как работа в движении, работа в городских условиях, и обеспечивает высококачественное стабильное изображение и звук.

К основным функциональным особенностям управляемого досмотрового устройства «Скарабей» относятся^{3,4}:

- включение устройства с помощью чеки;
- пропорциональное управление;
- время работы 180 мин, дальность работы 250 м;
- высокая проходимость, преодоление препятствий до 100 мм и уклонов до 30°;
- телевизионные камеры высокого разрешения;
- мощная светодиодная (белая) или инфракрасная подсветка (опционально);
- автоматический переворот изображения на экране пульта при перевороте платформы;
- амортизация удара при падении (с высоты до 1 м);
- скорость перемещения до 5 км/ч, ускорение до 10 км/ч с функцией «Форсаж»;
- переключение частотных каналов;
- масса 5.5 кг;

¹ Там же.

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 23.

³ Там же.

⁴ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL:<https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

— индикация состояния батарей.

Дополнительно управляемое досмотровое устройство «Скарабей» может быть оснащено следующими опциями^{1,2}:

- сменные передние панели (курсовая камера с белой/ИК подсветкой, поворотная камера HD разрешения (-60/+60° вокруг горизонтальной оси), тепловизор);
- сменные колёса/гусеницы;
- минимизация высоты платформы для обследования днища легкового автомобиля;
- возможность преодоления лестницы.

Управляемое досмотровое устройство «Скарабей» с курсовой камерой показано на рисунке 5.20.



Рис. 5.20. Досмотровое устройство «Скарабей» с курсовой камерой

Управляемое досмотровое устройство «Скарабей» с опциональной поворотной камерой HD-разрешения представлено на рисунке 5.21.



Рис. 5.21. Управляемое досмотровое устройство «Скарабей» с опциональной поворотной камерой HD-разрешения (для версии 2.0M)

¹ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 23.

² Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL:<https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

Комплекс «Скарабей» может быть реализован не только на колесной, но и на гусеничной платформе (рис. 5.22).

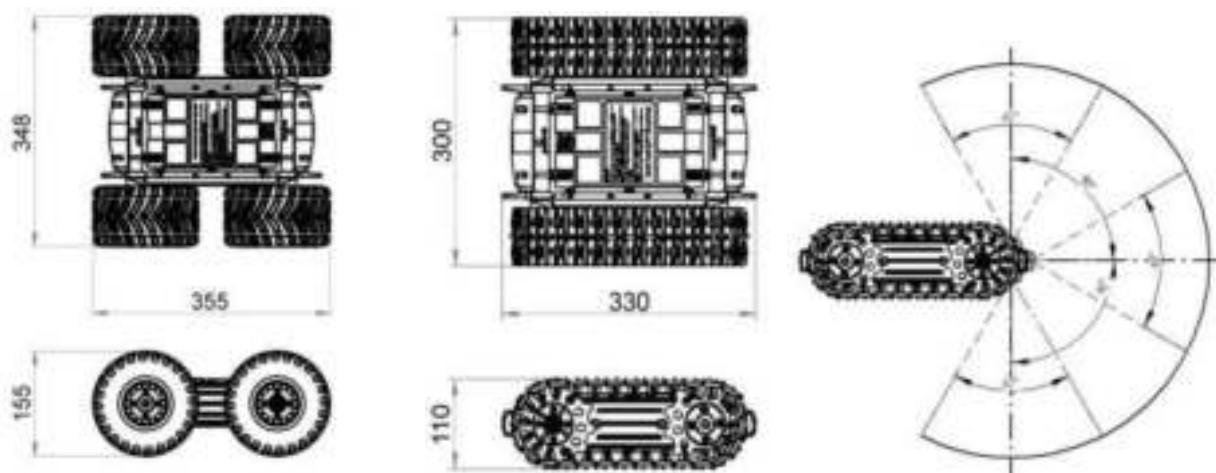


Рис. 5.22. Платформы, на которых может быть реализовано управляемое досмотровое устройство «Скарабей»

Применение комплекса «Скарабей» для досмотра днища автомобиля показано на рисунках 5.23, 5.24.



Рис. 5.23. Применение комплекса «Скарабей» для досмотра днища автомобиля



Рис. 5.24. Трансляция видеопотока при осмотре днища автомобиля

Возможности управляемого досмотрового устройства «Скарабей» по преодолению лестницы проиллюстрированы на рисунке 5.25.



Рис. 5.25. «Скарабей» успешно преодолевает лестницу

Тактико-технические характеристики управляемого досмотрового устройства «Скарабей» приведены в таблице 5.6^{1,2}.

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL:<https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 23.

Таблица 5.6

Тактико-технические характеристики управляемого досмотрового устройства «Скарабей»

Характеристика	Значение
Дальность наблюдения с передачей видеоинформации по радиоканалу на пульт видеонаблюдения и дистанционного управления (по земле)	Не менее 250 м
Диапазон рабочих частот, МГц	
Передача видеоизображения (цифровой радиоканал)	1 300–1 400
Передача видеоизображения (аналоговый радиоканал)	1 010–1 230
Источник питания	Li-PO АКБ
Время непрерывной работы от внутреннего источника питания (без подсветки)	180 мин
Габаритные размеры с колёсами	358x340x160 мм
Габаритные размеры с гусеницами	330x300x110 мм
Масса	Не более 5,5 кг
Диапазон рабочих температур	от –20 до +40 °С
Влажность (при +25°С)	98 %

Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления (для комплекса «Скарабей»)¹

Дистанционное управление устройством «Скарабей», приём и просмотр информации осуществляется по радиоканалу с помощью пульта видеонаблюдения и дистанционного управления с диагональю монитора 6,5 дюймов (рис. 5.26, 5.27).



*Рис. 5.26. Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления
(для комплекса «Скарабей»)*

¹ Там же.



Рис. 5.27. Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления (для комплекса «Скарабей») в сложенном состоянии

К основным функциям пульта видеонаблюдения и дистанционного управления относятся^{1,2}:

- включение и выключение досмотрового устройства «Скарабей»;
- приём и отображение видеоинформации, передаваемой по радиоканалу (рис. 5.28, 5.29) от управляемого досмотрового устройства «Скарабей»;
- прослушивание через наушники или встроенный динамик аудиоинформации, передаваемой от микрофона управляемого досмотрового устройства «Скарабей»;
- управление движением платформы, установленным на ней оборудованием, переключением частотных каналов, а также включением и выключением подсветки;
- индикация состояния батарей платформы.

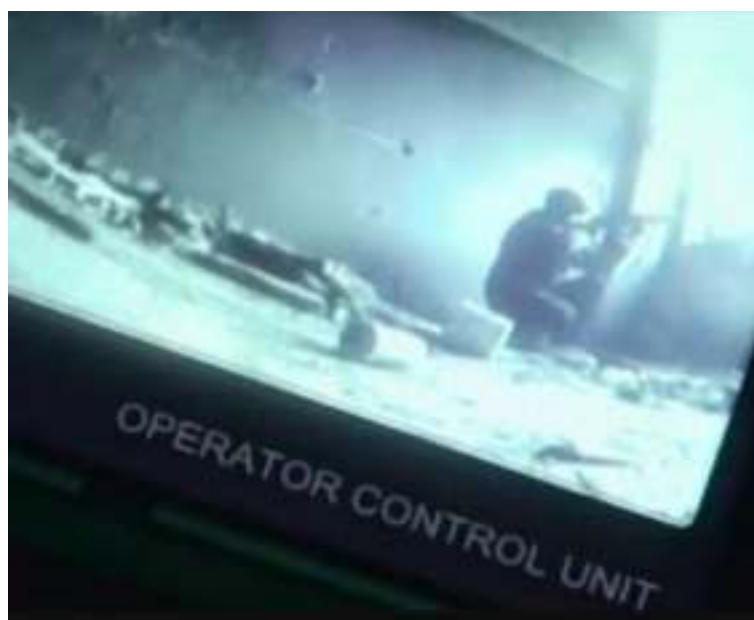


Рис. 5.28. Приём и отображение видеоинформации, передаваемой по радиоканалу от управляемого досмотрового устройства «Скарабей»

¹ Там же.

² Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/pult-videonablyudeniya-i-distantsionnogo-upravleniya-dlya-kompleksa-skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.29. Приём и отображение видеоинформации, передаваемой по радиоканалу от управляемого досмотрового устройства «Скарабей»

На корпусе пульта видеонаблюдения и дистанционного управления расположены следующие элементы и органы управления^{1,2}:

- монитор;
- джойстик и кнопки управления оборудованием;
- аудио/видеовыход для подключения внешнего монитора;
- переключатель частотных каналов;
- индикатор состояния аккумуляторных батарей устройства «Скарабей» и самого пульта;
- кнопка включения/выключения подсветки;
- выбор подсветки светодиодная (белая) или инфракрасная (опционально);
- гибкие пружинные антенны.

Тактико-технические характеристики пульта видеонаблюдения и дистанционного управления «Скарабей» приведены в таблице 5.7^{3,4}.

Таблица 5.7

**Тактико-технические характеристики пульта видеонаблюдения
и дистанционного управления «Скарабей»**

Характеристика	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц	
Приём видеоизображения (цифровой радиоканал)	1 300–1 400
Приём видеоизображения (аналоговый радиоканал)	1 110–1 230
Рабочая частота канала дистанционного управления, МГц	917
Источник питания	
Цифровой радиоканал (только для «Скарабей 2.0»)	Li-PO АКБ
Аналоговый радиоканал	Li-Ion АКБ
Время непрерывной работы	Не менее 240 мин

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/pult-videonablyudeniya-i-distantionnogo-upravleniya-dlya-kompleksa-skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 23.

³ Там же.

⁴ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/pult-videonablyudeniya-i-distantionnogo-upravleniya-dlya-kompleksa-skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение
Габариты	271x163x77 мм
Масса	1,8 кг

Для хранения и транспортировки управляемого досмотрового робототехнического комплекса «Скарабей» используется влагозащищенный кейс (рис. 5.30). Малые габариты и масса позволяют размещать изделие для транспортировки на спине оператора с помощью специальной разгрузки.



Рис. 5.30. Влагозащищенный кейс для хранения и транспортировки управляемого досмотрового робототехнического комплекса «Скарабей»

Робототехнический комплекс «Скарабей» прошел апробацию во время операции в Сирийской Арабской Республике (рис. 5.31, 5.32).



Рис. 5.31. Боевая работа управляемого досмотрового робототехнического комплекса «Скарабей»



Рис. 5.32. Сбор аудио-, видео— и телеметрической информации в труднодоступных и опасных для человека зонах

5.1.2. Технические средства обнаружения и распознавания наркотических, взрывчатых, психотропных, химических, биологических и других веществ

Незаконное производство и бесконтрольное распространение взрывчатых и наркотических веществ представляет серьезную угрозу для общества. Применение только стационарных систем детектирования и идентификации опасных веществ не способно решить задачу контроля обеспечения общественной безопасности. Поэтому в органах внутренних дел Российской Федерации нашли широкое применение устройства внелабораторного обнаружения и идентификации опасных веществ, построенные на основе физических, химических и других методов.

К основным сферам применения технических средств обнаружения и распознавания наркотических, взрывчатых, психотропных, химических, биологических и других веществ относятся:

- обыск подозреваемых, помещений, багажа и транспортных средств;
- контроль незаконного оборота наркотических и взрывчатых веществ в ходе оперативных мероприятий;
- обеспечение безопасности при проведении различных массовых мероприятий;
- досмотр транспортных средств грузового, автомобильного, железнодорожного, водного или воздушного транспорта.

Использование явления ядерного квадрупольного резонанса

Для обнаружения высокой концентрации взрывчатых и наркотических веществ и могут оказаться эффективными приборы, работающие на основе использования явления ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР).

Сущность явления ЯКР заключается в следующем:

Ядра некоторых химических элементов и их изотопов обладают квадрупольным моментом. Например, в число квадрупольных элементов входят азот, натрий, хлор. При воздействии внешнего электромагнитного поля определенной частоты на вещество, в состав которого входит квадрупольный элемент, имеет место резонансное поглощение энергии веществом. По окончании воздействия возбужденные атомы квадрупольного элемента излучают энергию на той же частоте. Конкретное вещество может иметь одну или несколько частот ЯКР. Их количество

и значения зависят от числа квадрупольных атомов данного элемента, входящих в молекулу вещества, их химической эквивалентности и некоторых других факторов.

Особенностью ЯКР является то, что среди более 10 000 исследованных химических соединений не нашлось ни одной пары веществ, у которых частоты ЯКР совпадают. По этой причине можно считать, что частоты ЯКР являются надежным идентифицирующим признаком химического соединения. Получив ответный сигнал ЯКР, можно однозначно определить наличие в исследуемом объекте именно данного вещества.

Сигнал ЯКР достаточно мал, так как его величина напрямую зависит от числа резонирующих ядер, т. е. от массы исследуемого вещества. По этой причине ответный сигнал обрабатывают статистическими методами, а воздействие на исследуемое вещество осуществляют не одним радиоимпульсом, а специальной последовательностью радиоимпульсов. Значения частот ядерного квадрупольного резонанса для различных веществ могут находиться в диапазоне от сотен кГц до сотен МГц. Большинство взрывчатых веществ имеют в своем составе атомы азота (N). Именно по сигналам ЯКР этого квадрупольного элемента можно обнаруживать наличие этих веществ. Частоты ЯКР распространенных взрывчатых веществ находятся в диапазоне 0,5–5,5 МГц.

Однако методу ЯКР присущи существенные недостатки:

- взрывчатые и наркотические вещества, находящиеся в металлическом или металлизированном корпусе, методом ЯКР не обнаруживаются, так как металл является экраном для электромагнитных волн;

- масса обследуемого вещества должна быть достаточно большой (доли кг).

По этой причине оборудование, построенное на основе принципа ЯКР, в данной главе не рассматривается.

Поиск взрывчатых и наркотических веществ на основе физико-химических методов обнаружения

В инструментальном экспресс-анализе взрывчатых и наркотических веществ широко используются физико-химические методы, такие как хроматография и спектрометрия. Принципы методов хроматографии и спектрометрии, а также метода хромато-спектрометрии ионной подвижности, объединяющего газовую хроматографию и спектрометрию ионной подвижности, описаны в различных источниках, в том числе в статье А.В. Лебедева «Приборы на основе хромато-спектрометрической подвижности для обнаружения опасных веществ»¹.

Хроматографическое разделение обеспечивает значительное повышение специфичности благодаря отделению мешающих примесей от целевых веществ. Отделение целевых веществ друг от друга позволяет существенно увеличить число идентифицируемых веществ. Хроматографическое разделение предотвращает перегрузку спектрометра, так как различные компоненты пробы поступают в спектрометр в различные промежутки времени. Благодаря высокой эффективности поликапиллярных колонок чувствительность спектрометра остается столь же высокой при характерной для этого типа колонок экспрессности анализа.

Значительные преимущества предоставляет применение в спектрометре химической ионизации, обладающей 100% эффективностью для многих целевых веществ. При этом возможно детектирование как положительных, так и отрицательных ионов. Кроме того, введение различных допантов позволяет сформировать новые ионы-реагенты, способные специфично взаимодействовать с целевыми веществами. Тем самым устраняется мешающее влияние разнообразных примесей.

Одним из наиболее перспективных современных методов анализа взрывчатых, наркотических и других опасных веществ является метод хромато-спектрометрии ионной подвиж-

¹ Лебедев А. В. Приборы на основе хромато-спектрометрической подвижности для обнаружения опасных веществ : сборник докладов Международной научно-практической конференции «Специальная поисково-досмотровая техника» / под общ. ред. Н. С. Маричева, П. И. Павлова — М., 2016. С. 29–31. URL:<http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/index.html#29> (дата обращения: 01.03.2023).

ности, который реализован в приборах «След-Н» и «След-В». Сочетание газовой хроматографии и спектрометрии ионной подвижности позволяет не только механически объединить, но и взаимно усилить преимущества каждого метода.

Так становится возможным анализ сложных проб, дающих хроматограммы и спектры ионной подвижности с неразрешенными пиками. Использование указанных преимуществ позволило создать приборы, обладающие высокой чувствительностью и специфичностью обнаружения широкого круга опасных веществ. Среди них взрывчатые вещества, наркотические средства и психотропные вещества, отравляющие вещества и промышленные токсиканты. Пределы обнаружения следовых количеств веществ находятся на уровне нанogramм и ниже. Пределы обнаружения по парам достигают 10^{-7} мг/л. Время анализа не превышает десятков секунд.

Возможности приборов, созданных на основе хромато-спектрометрии ионной подвижности, приближаются к возможностям хромато-масс-спектрометров. Однако в отличие от хромато-масс-спектрометров, эти приборы отличаются небольшими габаритами и массой, конструктивной простотой, не требуют вакуума, баллонов со сжатым газом и генераторов газов. Необходимые потоки газа-носителя (очищенного воздуха) формируются встроенным миникомпрессором. По сравнению с хромато-масс-спектрометрами предлагаемые приборы значительно проще и технологичнее.

Отметим, что в настоящее время во внелабораторных условиях отбор образцов для исследования наркотиков осуществляется двумя основными методами: отбор парогазовой фазы на соответствующие фильтры и снятие микрочастиц с поверхности.

Приборы на основе спектрометрии ионной подвижности

Положенный в основу работы приборов данного класса принцип спектрометрии ионной подвижности позволяет с высокой скоростью и с большой чувствительностью вести одновременное выявление достаточно широкого ряда химических веществ, что делает эти приборы очень эффективными в том числе для проведения контроля в аэропортах, на таможенных пунктах, на КПП стратегических объектов. Основным преимуществом дрейф-спектрометров, по сравнению с газохроматографическими и масс-спектрометрическими анализаторами, являются малое время анализа, простота обращения, портативность и возможность работы в полевых условиях.

К примерам технических средств, построенных на основе метода спектрометрии ионной подвижности, можно отнести прибор «М-Ион» и портативный экспресс-анализатор «Гриф-2».

Детектор паров и следов взрывчатых веществ «М-Ион»^{1,2}

Портативный быстродействующий высокочувствительный детектор «М-Ион» (рис. 5.33) позволяет обнаруживать и идентифицировать взрывчатые вещества как в виде паров, так и в виде частиц (следов). В основе технологии, на базе которой построен прибор «М-Ион» лежит принцип нелинейной зависимости подвижности ионов от напряженности электрического поля. Детектор не содержит источников радиоактивного излучения. Для ионизации молекул пробы используется импульсный коронный разряд.

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/detectors/m-ion/>, https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1. 2018. — 103 с. С. 87–88.



Рис. 5.33. Портативный быстродействующий высокочувствительный детектор «М-Ион»

Благодаря эффективной системе защиты от загрязнений, детектор «М-Ион» позволяет работать в условиях повышенной запыленности, высокой влажности, обеспечивая, при этом, минимальный уровень ложных срабатываний. В детекторе «М-Ион» используется электростатический фильтр и специальная газовая система, которая создает так называемый газовый фильтр. За счет этого в аналитическую часть детектора «М-Ион» может попасть только ионизированная часть пробы. Загрязнение и нейтральные молекулы выводятся на сброс из прибора. Таким образом достигается высокая защищенность аналитического тракта детектора от возможного загрязнения.

Концентратор, опционально входящий в комплект поставки детектора «М-Ион», представляет собой микропылесос, который собирает микрочастицы ВВ на специальной сетке-фильтре. Особенностью изделия является то, что забор частиц происходит под действием вихреобразного воздушного потока, это позволяет использовать его на расстоянии до 10 см от обследуемого объекта. Сетка-фильтр после сбора частиц помещается в нагревательный модуль детектора «М-Ион» для дальнейшего анализа.

В комплект детектора «М-Ион» входят специальные насадки, которые облегчают работу с детектором при особых внешних условиях. Пробоотборная трубка предназначена для работы в режиме паров при обследовании закрытых объектов (сумок, коробок), когда есть возможность вставить трубку в отверстие в объекте (в области молнии, щели коробки и т. п.). Конусная насадка предназначена для работы в парах при наличии сквозняков, которые могут мешать доставке паров ВВ к детектору.

Портативный быстродействующий высокочувствительный детектор «М-Ион» прост в использовании, обеспечивает быструю готовность к работе и возможность удаленного управления и диагностики.

Для управления детектором «М-Ион» используется большой, цветной сенсорный дисплей. Интуитивно понятный интерфейс позволяет работать даже неподготовленному пользователю. Для начала работы достаточно нажать кнопку с необходимым режимом. Детектор «М-Ион» может быть подключен к компьютеру, планшетному компьютеру или смартфону, которые могут быть использованы для мониторинга работы, просмотра истории тревог (объем внутренней памяти позволяет хранить полную историю: время, название тревоги, ионограммы) или удаленного контроля. При этом установка специального программного обеспе-

чения не требуется, используется обычный веб-браузер. Доступны проводное подключение Ethernet и беспроводное подключение Wi-Fi.

Применение детектора не требует дорогостоящих расходных материалов. Для режима работы в следах используются два вида салфеток: салфетки, изготовленные из обычной алюминиевой фольги (пользователь может в дальнейшем самостоятельно их изготавливать) и салфетки, изготовленные из пористой бумаги для эффективного сбора микрочастиц взрывчатых веществ с негладких поверхностей. Для работы в режиме следов детектор «М-Ион» использует нагреватель, который устанавливается на переднюю часть прибора и подключается к нему. Такое подключение обеспечивает портативное функционирование детектора (рис. 5.34).



Рис. 5.34. Работа детектора «М-Ион»

Для работы в режиме паров детектор «М-Ион» используется без нагревателя. За счет этого в режиме паров сохраняется высокий уровень чувствительности. Встроенная память позволяет сохранить результаты более 500 000 анализов.

Детектор «М-Ион» основан на технологии спектрометрии приращения ионной подвижности, которая не требует поддержания аналитической части при высокой температуре. Поэтому время старта с холодного старта для начала работы в режиме паров составляет менее 1 мин. Для работы в режиме следов нагревается лишь нагревательный модуль, затрачиваемое время составляет 3–4 мин.

Основные технические характеристики детектора «М-Ион» представлены в таблице 5.8¹.

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL:<https://tsnk.ru/equip/equip/detectors/m-ion/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.8

Основные технические характеристики детектора «М-Ион»

Характеристика	Значение
Аналитический принцип детектирования	Нелинейная зависимость подвижности ионов от напряженности электрического поля
Способ ионизации	Коронный разряд
Радиоактивный источник	Отсутствует
Пороговая чувствительность к ТНТ при 20°	10^{-14} г/см ³ (1 ppt) для паров, 100 пикограмм для следов
Типы обнаруживаемых ВВ (*обнаружение эффективно при использовании нагревательного модуля)	ТНТ, гексоген*, ТЭН*, ДНТ, нитроглицерин, АСДТ, ЭГДН, октоген*, тетрил*, аммиачная селитра*, ГМТД, черный порох* и др.
Сигнал оповещения об обнаружении ВВ	Подача звукового сигнала и визуализация на дисплее типа ВВ
Время обнаружения	2 с
Время подготовки к работе после включения	Не более 1 мин
Калибровка	Автоматическая
Время автономной работы	не менее 2/4 ч при стандартном/расширенном аккумуляторе (3 шт. в комплекте)
Доступные аксессуары	Пробоотборная трубка, наплечная сумка для переноски детектора
Типы упаковок	Сумка или пылевлагозащитный кейс
Дисплей	4.3” TFT цветной дисплей с сенсорным управлением
Рабочие условия: температура/влажность	-15...+55°C/ 95% (при +25°C)
Габаритные размеры (ДхШхВ)	404x127x159 мм
Вес с установленным аккумулятором	2 кг

Детектор «М-Ион» может поставляться в двух видах укладки: в сумке (рис. 5.35) или в ударопрочном, влагозащитном кейсе (рис. 5.36). Кроме того, к кейсу опционально поставляется рюкзак, который позволяет носить кейс на спине.



Рис. 5.35. Детектор «М-Ион» в сумке



Рис. 5.36. Детектор «М-Ион» в ударопрочном и влагозащитном кейсе

В приборе предусмотрена функция «горячей» замены источника электропитания. После пропадания внешнего электропитания работа детектора будет продолжаться от резервного аккумулятора некоторое время, что позволяет заменить источник электропитания без необходимости перезапуска детектора и ожидания загрузки программного обеспечения.

В стандартном комплекте поставки детектора «М-Ион» имеется 3 аккумуляторных батареи 31,7 Вт·ч. Каждой батарее хватает на 2 ч работы детектора в паровой фазе. Зарядное устройство может заряжать две батареи одновременно. Время заряда батареи составляет 2 ч. Опционально могут быть поставлены расширенные батареи 47,5 Вт·ч и 92 Вт·ч. Такая батарея не устанавливается на приборе, а помещается в сумку, которая может быть закреплена на поясе или на плече оператора.

Детектор «М-Ион» соответствует требованиям к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 г. № 969.

Портативный экспресс-анализатор «Гриф-2»^{1,2}

Портативный экспресс-обнаружитель «Гриф-2» (рис. 5.37, 5.38) принадлежит к следующему поколению спектрометров ионной подвижности. Он выгодно отличается от предшественников и аналогов простотой эксплуатации и повышенной чувствительностью за счет оригинальной конструкции пробоотборной части.

Основной отличительной особенностью портативного анализатора «Гриф-2» является возможность экспресс-обнаружения и идентификации ультрамалых количеств вещества на уровне 10 пг (пикограмм) без предварительной подготовки. При этом, в зависимости от температуры испарения целевого вещества, время измерения может составлять от 1 до 15 с.



Рис. 5.37. Портативный экспресс-анализатор «Гриф-2»



Рис. 5.38. Портативный экспресс-обнаружитель «Гриф-2» с пробоотборником

¹ Сайт производителя Группы компаний Метеоспецприбор. URL: <https://mspex.ru/grif-2> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7149&tbl=02.01.01.01.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

Микроскопическое количество вещества с проверяемых поверхностей (например, багажа, рук, одежды) переносится в прибор либо с помощью всасывающего устройства, либо контактным путем.

Детекторы серии «Гриф» способны обнаруживать вещества, испарение которых при комнатной температуре крайне мало (гексоген, октоген). В спектрометрическом детекторе «Гриф-2» для отбора и анализа пробы расходные материалы не требуются. Предусмотрена самоочистка пробоотборника после анализа пробы. Основным целевым назначением портативного экспресс-анализатора «Гриф-2» является проведение контроля в аэропортах, на таможенных пунктах и на КПП стратегических объектов.

В основу работы прибора положен принцип спектрометрии ионной подвижности, который позволяет с высокой скоростью и с большой чувствительностью вести одновременное выявление достаточно широкого ряда химических веществ.

К основным функциональным особенностям портативного экспресс-обнаружителя «Гриф-2» относятся¹:

- нерадиоактивный источник ионизации (коронный разряд);
- прибор анализирует как твердые частицы (основной метод), так и пары веществ;
- многоразовый пробоотборный зонд специальной конструкции с режимом самоочистки после анализа;
- практически исключена возможность случайного загрязнения измерительного и пробоотборного узлов;
- обеспечено проведение неограниченного количества анализов при непрерывном режиме отбора проб;
- для отбора и анализа пробы расходные материалы не требуются;
- в комплект поставки включено специальное устройство для регенерации осушителя.

Проведение спектрального анализа и последующее автоматическое сравнение полученных результатов с тестовыми спектрами искоемых веществ, которые находятся в памяти приборов, позволяет получить ответ в течение 1–10 с в зависимости от температуры испарения целевого вещества. При этом на мониторе появляется название обнаруженного вещества. Детектор «ГРИФ-2» является аналитическим прибором, способным определять следовые, невидимые глазом, на уровне 10^{-7} – 10^{-11} г количества вещества.

Портативный экспресс-обнаружитель «Гриф-2» способен обнаружить²:

1. Взрывчатые вещества, такие как аммиачная селитра (нитрат аммония), динитротолуол, тринитротолуол, тринитрорезорцин, тринитрофенол (пикриновая кислота), динитронафталин, диметилдинитробутан, этиленгликольдинитрат, нитроглицерин, ТЭН (пентаэритриттетранитрат), гексоген, октоген, тетрил, тетразол, бензофуроксан, триперекись ацетона, гексаметилен-трипероксидамин, а также смесевые ВВ, в том числе ПВВ на основе гексогена, ПВВ на основе октогена, октол, симтекс, аммонит и аммонал.

Большинство взрывчатых веществ имеют в своем составе всего несколько основных компонентов. Это нитроамины (гексоген, октоген, тетрил), нитроэфиры (нитроглицерин, этиленгликольдинитрат, ТЭН), нитроароматические соединения (тротил, динитротолуол), неорганические нитраты (аммиачная селитра). Наличие ВВ в смеси будет зафиксировано по компоненте, имеющей самую низкую температуру испарения.

2. Наркотические вещества: амфетамин, метамфетамин, метилendiоксиамфетамин, метилendiоксиметамфетамин («Экстази»), тетрагидроканнабинол (гашиш, марихуана), кокаин, героин и метадон.

3. Ядовитые и отравляющие вещества, в том числе: сероводород, хлороводород, фтороводород, сернистый ангидрид, хлор, аммиак, оксид азота, диоксид азота, маркер зарина, маркер зомана и маркер иприта.

¹ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7149&tbl=02.01.01.01.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Экспресс-обнаружитель имеет моноблочное исполнение (рис. 5.39).



Рис. 5.39. Моноблочное исполнение экспресс-обнаружителя «Гриф-2»

Прибор имеет герметичный и прочный корпус, который соответствует стандартам MIL-STD-810F и ASTM D-4169 DC-18 (испытание корпуса падающими предметами, устойчивость к вибрации). Система замков PowerClaw предотвращает раскрытие прибора во время транспортировки. Портативный экспресс-обнаружитель «Гриф-2» по параметрам водонепроницаемости, пыленепроницаемости и устойчивости к осадкам соответствует классу защиты IP67.

Размер цветного графического экрана увеличен до 7", расширена клавиатура, сохранена возможность подключения внешней USB-клавиатуры. Введен специальный пользовательский экран с краткими информационными сообщениями (например, ЕСТЬ ОБНАРУЖЕНИЕ) и названием обнаруженного вещества. Высвечивается название обнаруженного вещества из базы данных, ионограмма позволяет контролировать обнаружение новых подозрительных веществ. Кроме того, введена опция передачи информации по локальной сети Ethernet с использованием стека протоколов TCP/IP.

Прибор оснащен сменным аккумуляторным блоком, что дает возможность продлить автономную работу с помощью дополнительных аккумуляторных блоков. При этом, аккумулятор легко вставляется внутрь прибора, оставляя его моноблочным.

Приборы на основе перспективного метода сочетания газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности

Детектор обнаружения взрывчатых веществ «След-В»^{1,2,3}

Детектор обнаружения взрывчатых веществ «След-В» предназначен для использования оперативными и криминалистическими службами подразделений, осуществляющих про-

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Прибор «След-В» Технические характеристики, правила эксплуатации : учебно-методическое пособие АО «Спецприбор» ЗАО «Химприбор-1». — Тула, 2020. URL: <https://www.himpribor-1.ru/img/uchebno-metodicheskoe-posobie-sled-v.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Лебедев А.В. Приборы на основе хромато-спектрометрической подвижности для обнаружения опасных веществ : сборник докладов Международной научно-практической конференции «Специальная поисково-досмотровая техника» / под общ. ред. Н.С. Маричева, П.И. Павлова — М., 2016. С. 29–31. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/index.html#29> (дата обращения: 01.03.2023).

тиводействие терроризму, личным составом служб авиационной безопасности, таможенных и пограничных служб.



Рис. 5.40. Прибор обнаружения взрывчатых веществ «След-В»

Прибор «След-В» позволяет находить и идентифицировать микрочастицы основных взрывчатых веществ: тротила, динитротолуола, гексогена, октогена, нитроглицерина, тетра-нитропентаэритрита (ТЭН), тетрила, аммиачной селитры и пластидов на их основе. Чувствительность прибора составляет сотни пикограмм при быстроедействии не более 30 с, что находится на уровне лучших мировых аналогов. Реализованный в приборе «След-В» отбор микрочастиц ВВ с их последующим испарением, обеспечивает обнаружение всех типов ВВ, включая труднолетучие. Прибор «След-В» работает в широком диапазоне температур окружающей среды.

Использование сочетания газовой хроматографии и спектрометрии ионной подвижности обеспечило следующие преимущества прибора обнаружения наркотических веществ «След-В», по сравнению с нехроматографическими приборами, такими как КЕРБЕР и IONSCAN 500DT^{1,2}:

- повышенную специфичность, достоверность и надежность идентификации с низкой вероятностью ложных срабатываний;
- способность анализировать сложные пробы, выполняя функции экспертного прибора;
- в отличие от приборов IONSCAN 500DT и E5000 GC-IMS, в приборе не используются радиоактивные источники ионизации;
- чувствительность на уровне лучших мировых аналогов (предел обнаружения нанограммы, 10^{-9} г);
- экспрессность анализа (время анализа пробы не более 30 с., время выхода прибора на рабочий режим не более 30 мин.);
- быстрое восстановление после перегрузки по анализируемой пробе (в отличие от прибора КЕРБЕР);

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Лебедев А.В. Приборы на основе хромато-спектрометрической подвижности для обнаружения опасных веществ : сборник докладов Международной научно-практической конференции «Специальная поисково-досмотровая техника» / под общ. ред. Н. С. Маричева, П. И. Павлова — М., 2016. С. 29–31. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/index.html#29> (дата обращения: 01.03.2023).

- отсутствие необходимости в расходных материалах (одноразовые салфетки для отбора проб) и затратах на их приобретение;
- использование удобных многоразовых и легко регенерируемых пробоотборных устройств;
- длительное время работы без технического обслуживания (8 000 ч).
- возможность работы от бортовой сети автомобиля.

Реализованный в приборе «След-В» отбор микрочастиц взрывчатых веществ с последующим их испарением обеспечивает обнаружение всех типов взрывчатых веществ, в том числе недоступных для обнаружителей паров труднолетучих взрывчатых веществ в широком диапазоне температур окружающей среды.

Сравнение технических характеристик прибора «След-В» и аналогов приведено в таблице 5.9¹.

Таблица 5.9

Сравнение технических характеристик прибора «След-В» и аналогов

Характеристика	Прибор			
	КЕРБЕР, Россия	IONSCAN 500DT, США	E5000 GC-IMS, Канада	СЛЕД-В, Россия
Используемый метод	Спектрометрия ионной подвижности	Спектрометрия ионной подвижности	Сочетание газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности	Сочетание газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности
Источник ионизации	Нерадиоактивный	Радиоактивный	Радиоактивный	Нерадиоактивный
Определяемые ВВ	ТНТ, ДНТ, гексоген, октоген, нитроглицерин, ТЭН, тетрил, аммиачная селитра, пластиды и др.	ТНТ, ДНТ, гексоген, октоген, нитроглицерин, ТЭН, тетрил, аммиачная селитра, пластиды и др.	ТНТ, гексоген, нитроглицерин, ТЭН, пластиды	ТНТ, ДНТ, гексоген, октоген, нитроглицерин, ТЭН, тетрил, аммиачная селитра, пластиды и др.
Чувствительность	10^{-10} г	10^{-10} г	10^{-10} – 10^{-9} г	10^{-10} г
Время анализа	5 с	5–8 с	Не более 20 с	Не более 20 с
Вероятность ложных срабатываний	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая
Надежность идентификации	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая
Устойчивость к перегрузке по пробе	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Прибор			
	КЕРБЕР, Россия	IONSCAN 500DT, США	E5000 GC-IMS, Канада	СЛЕД-В, Россия
Средства отбора проб	Одноразовые салфетки	Одноразовые салфетки	Одноразовые пробоотборные перчатки	Многоразовые пробоотборные устройства
Наличие расходных материалов	Есть (салфетки, фильтры)	Есть (салфетки, фильтры)	Есть (пробоотборные перчатки, фильтры)	Нет
Затраты на расходные материалы	Умеренные	Высокие	Умеренные	Отсутствуют
Масса	3 кг	19 кг	25 кг	До 18 кг

Данные конструктивные решения позволили добиться высокой надежности прибора в работе (круглосуточная бесперебойная работа, быстрый отдув после загрязнения и др.) и точности анализа.

Детектор прост в эксплуатации. Для работы на нем не требуется специальной квалификации. Процесс освоения методики работы возможен самостоятельно по поставляемому в комплекте с изделием Руководству по эксплуатации. По заказу контрагента возможно изготовление прибора двойного назначения, определяющего наркотики и взрывчатые вещества. Детекторы могут устанавливаться в помещениях, либо в передвижных средствах.

В состав прибора обнаружения взрывчатых веществ «След-В» входят следующие составные элементы (рис. 5.41)¹:



Рис. 5.41. Состав прибора «СЛЕД-В»

На рисунке 5.41 обозначены: 1 — детектор; 2 — пенал с десятью пробоотборными элементами (ПЭ) многократного применения (2 комплекта); 3 — модуль регенерации; 4 — кабель сетевой (2 шт.); 5 — розетка (2 шт.); 6 — компакт-диск с программным обеспечением; 7 — вставка плавкая (5 шт.); 8 — эксплуатационная документация.

¹ Прибор «След-В» Технические характеристики, правила эксплуатации : учебно-методическое пособие АО «Спецприбор» ЗАО «Химприбор-1». — Тула, 2020. URL:<https://www.himpribor-1.ru/img/uchebno-metodicheskoe-posobie-sled-v.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Подготовленный к работе прибор «След-В» показан на рисунке 5.42¹.



Рис. 5.42. Прибор «След-В», подготовленный к работе

Внешний вид прибора обнаружения взрывчатых веществ (детектора) «След-В» представлен на рисунке 5.43².



Рис. 5.43. Внешний вид прибора «След-В»

На рисунке 5.43 обозначены: 1 — сенсорный дисплей встроенного компьютера; 2 — окно ввода пробы; 3 — кнопка «анализ».

¹ Там же.

² Там же.

Пенал с пробоотборными элементами изображен на рисунке 5.44¹.

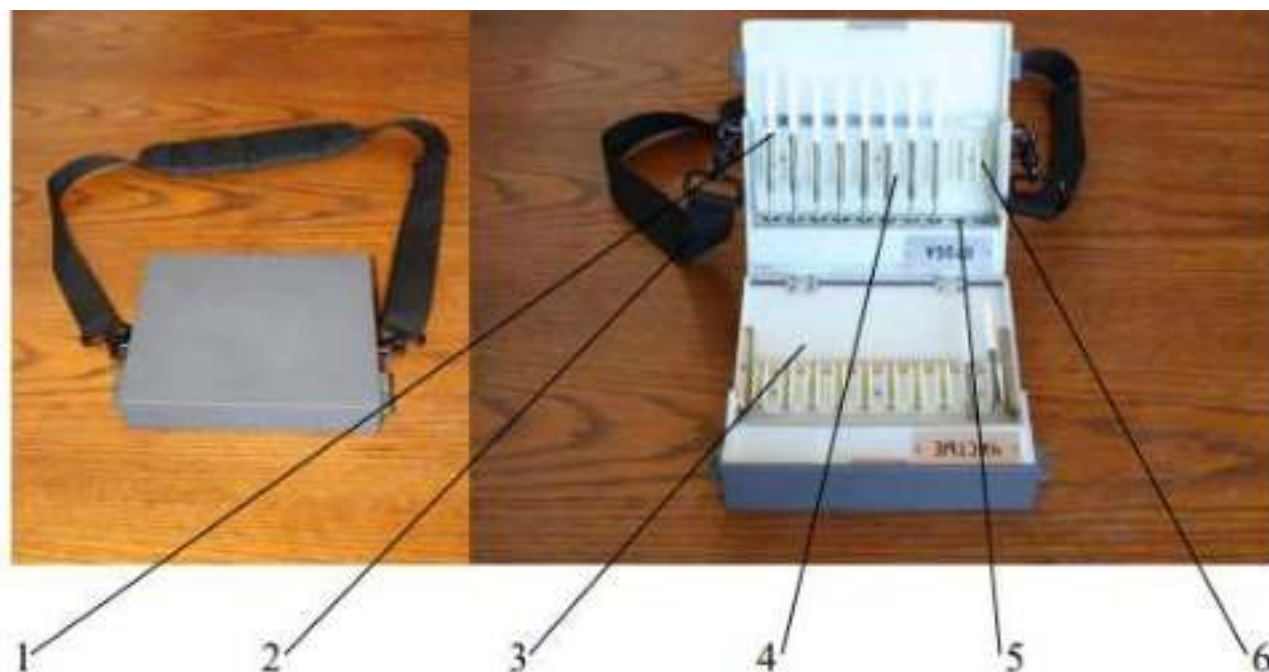


Рис. 5.44. Пенал с пробоотборными элементами из состава прибора «След-В»

На рисунке 5.44 обозначены: 1 — пробоотборный элемент (ПЭ); 2 — ремень; 3 — отделение для чистых ПЭ; 4 — отделение для ПЭ с отобранной пробой; 5 — гнездо ПЭ с фильтрующим элементом; 6 — магнитный держатель.

Пробоотборный элемент для прибора «След-В» показан на рисунке 5.45².



Рис. 5.45. Пробоотборный элемент из состава прибора «След-В».

На рисунке 5.45 обозначены: 1 — венчик пробоотборного элемента (ПЭ); 2 — фторопластовая ручка.

¹ Там же.

² Там же.

Включение прибора¹

После включения прибора «След-В» на дисплее появятся изображения, приведенные на рисунке 5.46.

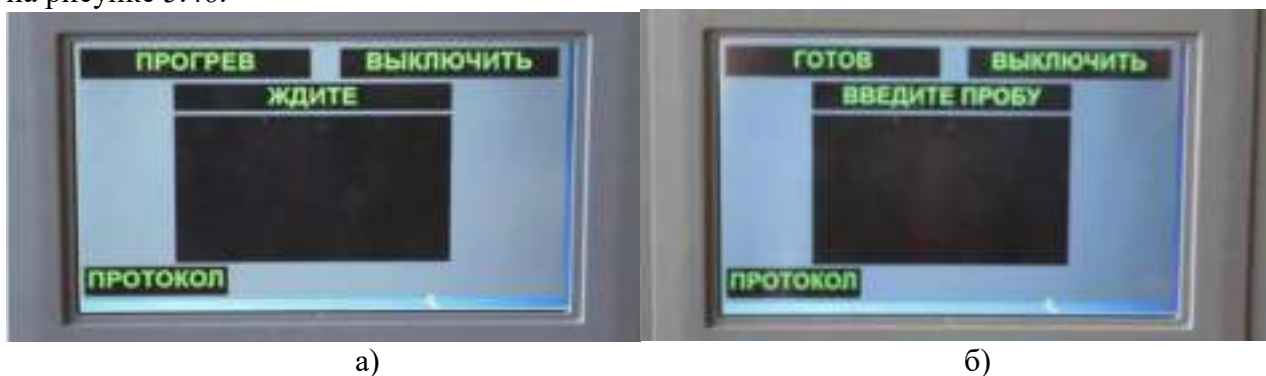


Рис. 5.46. Изображение на дисплее прибора

а) при его выходе на рабочий режим, б) в режиме готовности к работе

Отбор пробы²

Для выявления наличия на исследуемом объекте взрывчатого вещества сотрудник проводит специальным многоразовым пробоотборником по поверхности объекта или отбирает мельчайшую частицу вещества из выявленной емкости, пакета и др. Примеры отбора проб с различных поверхностей приведены на рисунках 5.47, 5.48.



Рис. 5.47. Отбор проб с различных поверхностей

¹ Там же.

² Там же.



Рис. 5.48. Отбор проб с различных поверхностей

Анализ отобранных проб¹

Для того чтобы провести анализ отобранной пробы, сотрудник вставляет пробоотборник в приемное отверстие прибора (рис. 5.49, 5.50).



Рис. 5.49. Устройство ввода пробы (каретка в выдвинутом состоянии)

¹ Там же.



Рис. 5.50. Установка пробоотборного элемента в устройство ввода пробы

Через несколько секунд после установки пробоотборника в устройство ввода пробы на дисплее появится название найденного взрывчатого вещества (рис. 5.51) или сообщение о его отсутствии (рис. 5.52).

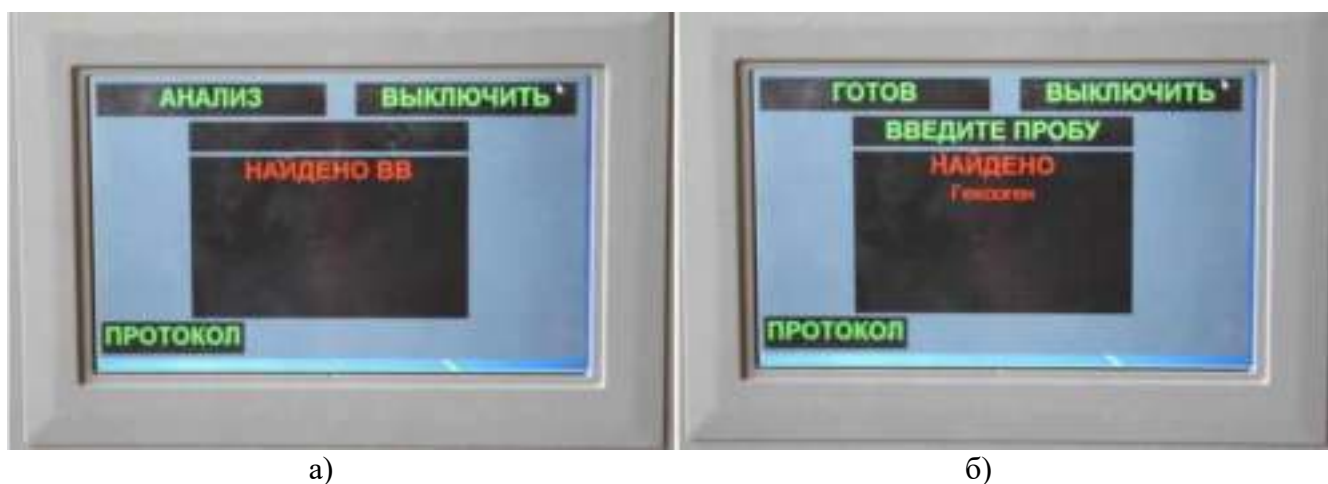


Рис. 5.51. Изображение на дисплее прибора: а) при обнаружении взрывчатого вещества, б) при обнаружении конкретного типа взрывчатого вещества

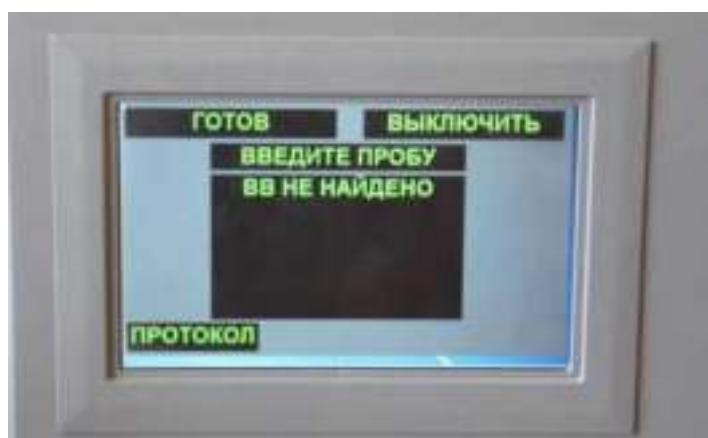


Рис. 5.52. Изображение на дисплее прибора в случае отсутствия взрывчатых веществ в пробе

Технические характеристики детектора взрывчатых веществ «След-В» представлены в таблице 5.10¹.

Таблица 5.10

Технические характеристики детектора взрывчатых веществ «След-В»

Характеристика	Значение/Особенности
Метод анализа	Сочетание газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности без использования радиоактивного источника
Виды проб Отбор пробы Ввод пробы	— микрочастицы на различных поверхностях, жидкие пробы — с помощью многоцветных пробоотборных элементов — автоматический с помощью микролифта
Анализируемые вещества	1. Тротил (2,4,6-Тринитротолуол, тол, ТНТ, TNT, гранулотол). 2. Гексоген (1,3,5-тринитро-1,3,5-триазадициклогексан, циклотриметилентринитрамин, циклонит, RDX, T4). 3. Октоген (1,3,5,7-тетранитро-1,3,5,7-тетраазадициклооктан, циклотетраметилентетранитрамин, HMX, HW 4). 4. ТЭН (2,2-Бис [(нитроокси)метил]-1,3-пропандиола динитрат (эфир), пентрит, ниперит, пентаэритриттетранитрат, PETN). 5. Аммиачная селитра (нитрат аммония, AN). 6. Нитроглицерин (1,2,3-тринитроксипропан, глицеринтринитрат, тринитроглицерин, тринитрин, НГЦ, NG). 7. Тетрил (2,4,6-тринитро-N-метил-N-нитроанилин, метилпикрилнитрамин, нитрамин, тетралит, tetryl). 8. Динитротолуол (2,4-динитротолуол, ДНТ, DNT). 9. Пикриновая кислота (2,4,6-тринитрофенол, лиддит, мелинит, шимоза, ТНФ, TNP). 10. Пикрат аммония (тринитрофенолят аммония, пиконитрат аммония, карбазоат, взрывчатое вещество Д, даннит, D-explosive, dunnite). 11. Динитронафталин (1,8-динитронафталин, 1,5-динитронафталин, DNN). 12. Нитрат мочевины (UN). 13. Этиленгликольдинитрат (1,2-этандиола динитрат, нитрогликоль, ЭГДН, EGDN). 14. Смесевые ВВ: — на основе тротила (алюмотол, tritonal); — на основе тротила и гексогена (типа ТГ, ТГА, ТГАФ, НВХ, циклотол, гексотол, морская смесь, альгетолы, composition B, B-explosive, composition H-6, torpex); — на основе тротила и октогена (октол, ТОКАФ, ТОК-20); — на основе тротила и аммиачной селитры (граммониты, граммоналы, акваналы, акватолы, ифзаниты, карбатолы, гранитолы, аммониты, аммотолы, аммоналы, донарит, amatol, minol); — на основе тротила и ТЭНа (пентолиты); — на основе тротила и динитронафталина (типа К-2, К-3); — на основе тротила и нитрата бария (baratol); — на основе тротила и ксилита (сплав Л); — на основе гексогена (типа А-IX, гекфал, гекфол, ГФА, composition A-3);

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1» URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
	— на основе гексогена, тротила и тетрила (ГТТ); — на основе октогена (окфолы, ОМА, ОМА-Н, ОФА-20); — на основе октогена и тротила (октолы, октолиты); — на основе тетрила и тротила (tetrytol); — на основе аммиачной селитры (гранулиты, акваниты, астролиты, игданит, аммиачный порошок, робурит, вестфалит, секурит, донарит, АСДТ, чеченская смесь, ANFO); — на основе аммиачной селитры, тротила и/или гексогена (аммоналы скальные, NTP); — на основе аммиачной селитры и ксилила (аммоксил); — на основе аммиачной и натриевой селитры (порэммиты и гранэммиты); — на основе аммиачной селитры и динитробензола (беллиты); — на основе нитроглицерина (динамиты, кордиты, гремучий студень, баллиститные пороха); — на основе нитроглицерина и аммиачной селитры (детониты, аммониты серный № 1 ЖВ и нефтяной № 3 ЖВ; угленит № 5; победит ВП-4); — на основе нитроглицерина и натриевой селитры (угленит Э-6; ионит); — на основе пикриновой кислоты и динитронафталина (русская смесь, французская смесь); — на основе пикрата аммония и аммиачной селитры (громобой, маисит); — на основе динитронафталина и аммиачной селитры (динафталит, шнейдериты). 15. Пластичные ВВ: — на основе гексогена (ПВВ-4, ПВВ-5А, ПВВ-7, ПВВ-12С, ЭВВ-8Г, ЭВВ-11, гексопласт ГП-87К, ПВС-5, RE-4, composition C-1, C-2, C-3, C-4, LX-10-0, PBX-9007, PBX-9010, PBX-9205, PBX-9407, PBX-9604, PBXN-106, CXM-7); — на основе октогена (X-0242, EDC-37, PBXN-5, LX-10-1, LX-04-1, LX-07-2, LX-09-0, LX-09-1, LX-10-1, LX-11-0, LX-14-0); — на основе ТЭНа (ЭВВ-8Т, ЭВВ-34, Detasheet, LX-16, XTX 8003); — на основе ТЭНа и гексогена (Semtex 1А, 2Р, Н).
Предел обнаружения	Сотни пикограмм (10^{-10} г)
Длительность анализа	Не более 20 с
Особенности конструкции, обеспечивающие надежность работы	В конструкции обнаружителя используются два автоматически очищающихся фильтра подготовки воздуха
Габариты	365×430×220 мм
Масса	До 18 кг
Наработка (ресурс)	8 000 ч без технического обслуживания
Питание	220 В от сети переменного тока, 12 В от бортовой сети
Условия эксплуатации	Температура от 5 до 40 °С, влажность до 80 % при 25 °С, использование многоразовых пробоотборных элементов позволяет отби-

Характеристика	Значение/Особенности
	рать пробы при температуре от — 40 °С до 50 °С
Дополнительно	Переконфигурирование прибора на обнаружение новых веществ
В комплект поставки входят	— 20 шт. пробоотборных элементов многоразового использования; — устройство регенерации пробоотборных элементов

Детектор обнаружения наркотических веществ «След-Н»^{1,2}

Прибор предназначен для использования оперативными и криминалистическими службами подразделений, осуществляющих борьбу с незаконным оборотом наркотических средств, личным составом таможенных и пограничных служб. Изделия позволяют в течение нескольких секунд выявить наличие следов (миллиардной доли грамма) наркотического вещества на теле, одежде, вещах подозреваемого, в помещениях, автотранспорте и др.

Прибор «След-Н» (рис. 5.53), как и «След-В», построен на основе объединения методов газовой хроматографии и спектрометрии ионной подвижности, которые являются мощными современными методами исследования веществ. Прибор способен обнаруживать 10^{-7} мг/л по парам, а в твёрдом состоянии определяет наногаммы наркотических средств и психотропных веществ.



Рис. 5.53. Прибор обнаружения наркотических веществ «След-Н»

Прибор «След-Н» позволяет находить и идентифицировать следовые количества более двух десятков классических и современных синтетических наркотических средств и психотропных веществ, таких как амфетамины (амфетамин, метамфетамин, МДА, МДМА), кокаин, героин, каннабис (гашиш, марихуана, анаша), метадон, морфин, кодеин, метаквалон,

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Лебедев А. В. Приборы на основе хромато-спектрометричной подвижности для обнаружения опасных веществ.

современные синтетические наркотики (PB-22, 2C-B, PVP, PVT, MDPV, AB-PINACA, AB-PINACA-F, ACBM (N), MDMB(N)-CHM) и спайсы на их основе.

Прибор «След-Н», как и прибор «След-В», обладает теми же принципиальными преимуществами перед аналогами, важнейшими из которых являются сочетание методов газовой хроматографии и спектрометрии ионной подвижности, повышенная специфичность и надежность идентификации, устойчивость к перегрузкам, отсутствие необходимости в дорогостоящих расходных материалах, длительная работа прибора без технического обслуживания, а также применение нерадиоактивного источника ионизации^{1,2}.

Сравнение технических характеристик прибора «След-Н» с аналогами приведено в таблице 5.11³.

Таблица 5.11

Сравнение технических характеристик прибора «След-Н» с аналогами

Характеристика	Прибор			
	КЕРБЕР, Россия	IONSCAN 500DT, США	E5000 GC-IMS, Канада	СЛЕД-Н, Россия
Используемый метод	Спектрометрия ионной подвижности	Спектрометрия ионной подвижности	Сочетание газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности	Сочетание газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности
Источник ионизации	Нерадиоактивный	Радиоактивный	Радиоактивный	Нерадиоактивный
Определяемые НС и ПВ	Героин, кокаин, амфетамин, метамфетамин, МДА, МДМА, марихуана, гашиш	Героин, кокаин, амфетамин, метамфетамин, МДА, марихуана, гашиш и др.	Героин, морфин, кокаин, амфетамин, метамфетамин, МДМА, марихуана, гашиш	Героин, кокаин, опий, амфетамин, метамфетамин, МДА, МДМА, гашиш, марихуана, метаквалон, спайсы и другие
Чувствительность	10^{-10} г	Менее 10^{-9} г	10^{-9} г	10^{-9} г
Время анализа	5 с	5–8 с	Не более 20 с	Не более 20 с
Вероятность ложных срабатываний	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая
Надежность идентификации	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая
Устойчивость к перегрузке по пробе	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1» URL:<https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Лебедев А. В. Приборы на основе хромато-спектрометрической подвижности для обнаружения опасных веществ.

³ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL:<https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Прибор			
	КЕРБЕР, Россия	IONSCAN 500DT, США	E5000 GC-IMS, Канада	СЛЕД-Н, Россия
Средства отбора проб	Одноразовые Салфетки	Одноразовые Салфетки	Одноразовые Пробоотборные перчатки	Многоразовые Пробоотборные устройства
Наличие расходных материалов	Есть (салфетки, фильтры)	Есть (салфетки, фильтры)	Есть (пробоотборные перчатки, фильтры)	Нет
Затраты на расходные материалы	Умеренные	Высокие	Умеренные	Отсутствуют
Наработка без техобслуживания	—	—	—	8 000 ч
Масса	3 кг	19 кг	25 кг	До 18 кг

Детектор прост в эксплуатации. Для работы на нем не требуется специальной квалификации. Процесс освоения методики работы возможен самостоятельно по поставляемому в комплекте с изделием руководству по эксплуатации.

Внешний вид передней и задней панели прибора обнаружения наркотических веществ «След-Н» приведен на рисунке 5.54.



Рис. 5.54. Прибор обнаружения наркотических веществ «След-Н»
а) — передняя панель прибора; б) — задняя панель прибора

Включение прибора «СЛЕД-Н» аналогично включению прибора «СЛЕД-В».

Порядок отбора проб на наличие частиц наркотических веществ¹

Для отбора пробы необходимо, не касаясь венчика руками, извлечь из контейнера чистый ПЭ и, слегка прижимая кончик ПЭ к поверхности, потереть по всему участку исследуемой поверхности. Не рекомендуется одним ПЭ отбирать пробы с поверхностей, площадь которых превышает 0,5 м². Если на исследуемой поверхности имеются видимые следы частиц (порошка), необходимо отбирать пробу с участков, не содержащих эти частицы. Только при наличии отрицательных результатов проба отбирается с участка, содержащего частицы (порошок).

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». ПРИБОР «СЛЕД-Н»: руководство по эксплуатации. URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

Анализ отобранных проб¹

Анализ микрочастиц наркотических веществ осуществляется с помощью универсальных ПЭ, которые устанавливаются в устройство ввода пробы (рис. 5.55) прибор обнаружения наркотических веществ «След-Н».



Рис. 5.55. Прибор обнаружения наркотических веществ «След-Н» с открытым устройством ввода пробы

Анализ проб на наличие наркотических веществ производится в следующей последовательности:

— установить ПЭ с отобранной пробой в устройство ввода пробы прибора, после чего нажать кнопку «АНАЛИЗ», на дисплее появится окно (рис. 5.56);

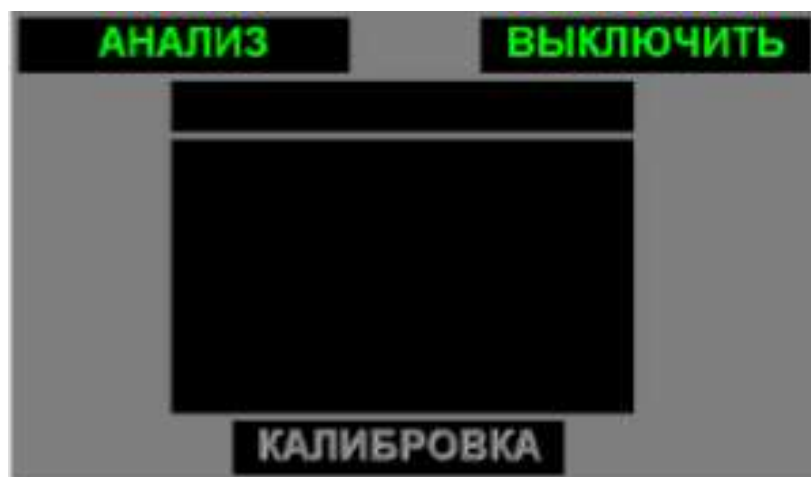


Рис. 5.56. Окно на дисплее прибора после установки пробоотборного элемента в устройство ввода пробы

— по истечении 15 с с момента введения ПЭ на дисплее должно появиться окно (рис. 5.57 а) в случае обнаружения НВ или окно (рис. 5.57 б), если в анализируемой пробе вещества не обнаружены.

¹ Там же.

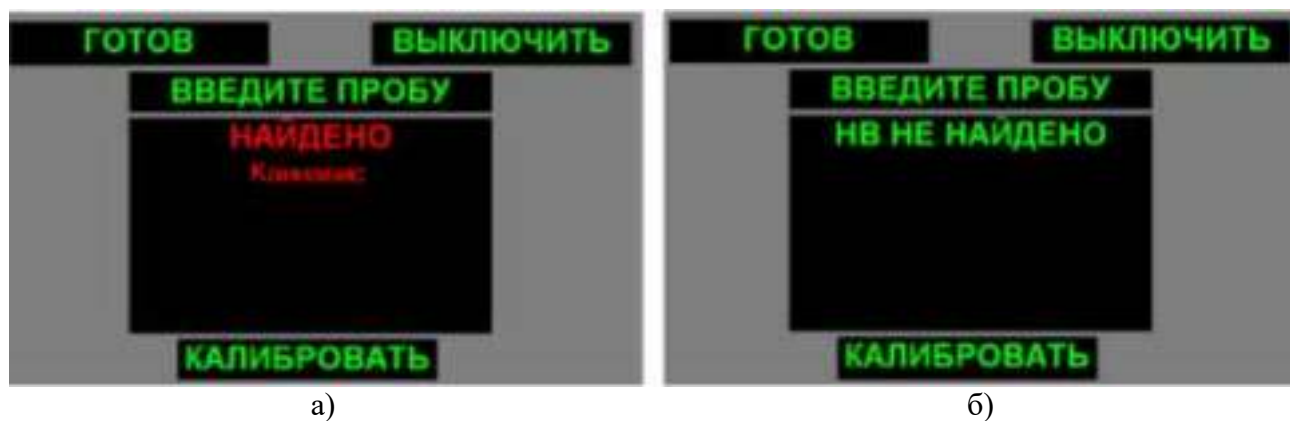


Рис. 5.57. Результаты анализа пробы

Технические характеристики детектора наркотических веществ «След-Н» приведены в таблице 5.12^{1,2}.

Таблица 5.12

Технические характеристики детектора наркотических веществ «След-Н»^{3,4}

Характеристика	Значение/Особенности
Метод анализа	Сочетание газовой хроматографии со спектрометрией ионной подвижности без использования радиоактивного источника
Источник ионизации	Коронный разряд
Виды проб Отбор пробы Ввод пробы	— микрочастицы наркотических веществ на различных поверхностях, жидкие пробы; — с помощью многоразовых пробоотборных элементов; — автоматический с помощью микролифта
Анализируемые вещества	Героин, кокаин, амфетамины (амфетамин, метамфетамин, МДА, МДМА), каннабис (гашиш, марихуана), метадон, морфин, кодеин, метаквалон, современные синтетические наркотические средства и психотропные вещества, включая спайсы — PB-22, PCB-22-F, 2C-B, PVP, PVT, MDPV, AB-PINAKA, AB-PINAKA-F, AB-PINAKA-CHM, ACBM(N), MDMB(N), CNM
Предел обнаружения	Нанограммы (10^{-9} г)
Длительность анализа	Не более 30 с
Особенности конструкции, обеспечивающие надежность работы	В конструкции обнаружителя используются два автоматически очищающихся фильтра подготовки воздуха
Габариты	365×430×220 мм

¹ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Лебедев А. В. Приборы на основе хромато-спектрометричной подвижности для обнаружения опасных веществ.

³ Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Лебедев А. В. Приборы на основе хромато-спектрометричной подвижности для обнаружения опасных веществ.

Характеристика	Значение/Особенности
Масса	До 18 кг
Наработка (ресурс)	8 000 ч без технического обслуживания
Питание	220 В от сети переменного тока, 12 В от бортовой сети
Условия эксплуатации	Температура от 5 до 40 °С, влажность до 80 % при 25 °С, использование многоразовых пробоотборных элементов позволяет отбирать пробы при температуре от — 40 °С до 50 °С
Дополнительно	Переконфигурирование прибора на обнаружение новых веществ
В комплект поставки входят	— 20 шт. пробоотборных элементов многоразового использования; — устройство регенерации пробоотборных элементов

Узкая специализация приборов «След-Н» и «След-В» позволяет оптимизировать условия обнаружения и идентификации для каждого вида веществ, повышает чувствительность и специфичность приборов. В то же время данная специализация не является препятствием для создания универсального прибора, определяющего наркотики и взрывчатые вещества. Кроме того, технически возможна реализация специализированных приборов для обнаружения микроколичеств взрывчатых веществ, наркотических средств и психотропных веществ на документах, а также приборов для обнаружения токсических химикатов.

В области хромато-спектрометрии ионной подвижности активно проводятся теоретические исследования, направленные на выявление закономерностей процессов химической ионизации опасных веществ и моделирование спектров ионной подвижности. В этих исследованиях широко применяются современные расчетные методы прикладной квантовой химии и теории ионно-молекулярных столкновений¹.

Приборы на основе рамановской спектрометрии Рамановские спектрометры серии «Спектраль»²

Лабораторные и портативные спектрометры серии «Спектраль» (рис. 5.58) — это устройства для оперативной идентификации веществ. При помощи спектрометров «Спектраль» можно в «полевых» или лабораторных условиях обнаружить следы химических веществ, провести анализ их концентрации и идентифицировать составляющие.



Рис. 5.58. Спектрометр серии «Спектраль»

¹ Там же.

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7142&tbl=02.02.01.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

Основные преимущества спектрометров «Спектраль»:

- анализ широкого класса веществ, включая флуоресцентные материалы;
- охлаждаемый InGaAs детектор, благодаря чему возможно получение спектров высокого качества и с низким уровнем шума;
- анализ материалов через стеклянную и пластиковую упаковку;
- возможность измерять множество различных образцов (жидких, твердых, полутвердых) при помощи специальных держателей кювет и флаконов;
- наличие системы орбитального сканирования в волоконно-оптическом зонде для анализа неоднородных веществ и смесей;
- надежная идентификация благодаря мощным математическим алгоритмам: LDA и PLS метод;
- возможность создания и импорта собственных библиотек;
- степень защиты IP68 (в портативном исполнении);
- работа в широком температурном диапазоне (в портативном исполнении).

Принцип действия рамановского спектрометра¹

Принцип действия спектрометра комбинационного рассеяния (рис. 5.59) основан на эффекте неупругого рассеяния света на молекулах вещества (эффекте Рамана). Исследуемый образец освещается монохроматическим светом, который при контакте с веществом рассеивается. При этом очень малая часть рассеянных фотонов переизлучается с частотой, сдвинутой на частоту колебаний молекулы. Полученные фотоны собираются при помощи оптической системы, фильтруются и направляются в систему детектирования, которая фиксирует их частоту и интенсивность. В полученном таким образом спектре число и расположение линий определяется молекулярным строением вещества.

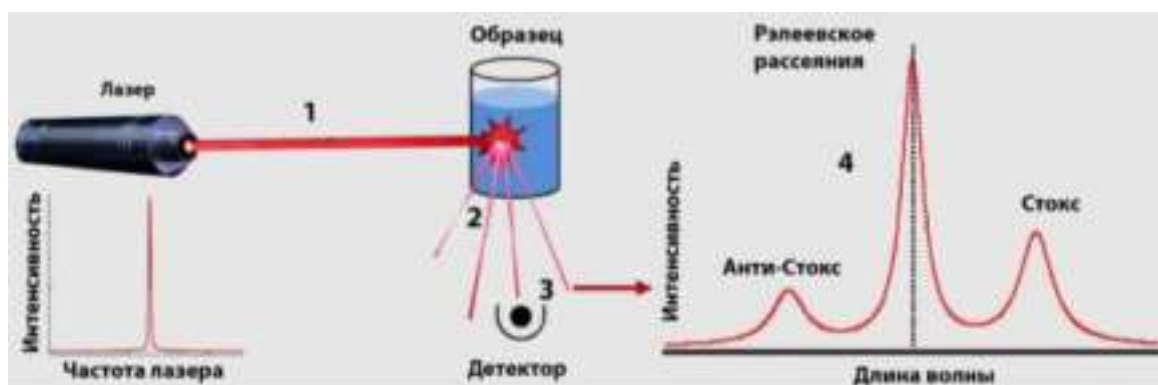


Рис. 5.59. Принцип действия спектрометра комбинационного рассеяния

На рисунке обозначены:

- 1 — лазерный луч освещает образец;
- 2 — лазерный луч рассеивается во всех направлениях;
- 3 — свет частично попадает на детектор, который регистрирует спектр;
- 4 — на спектре представлен свет на начальной частоте лазера (линия Рэля) и спектральные особенности, характерные для каждого уникального образца.

Идентификация веществ происходит в режиме реального времени путем сравнения уникального спектра колебаний молекул (молекулярных «отпечатков пальцев») со спектрами комбинационного рассеяния света стандартных образцов, хранящихся во встроенной библиотеке.

Примеры спектров, снятых на приборах серии «Спектраль», представлены на рисунках 5.60, 5.61².

¹ Там же.

² Там же.

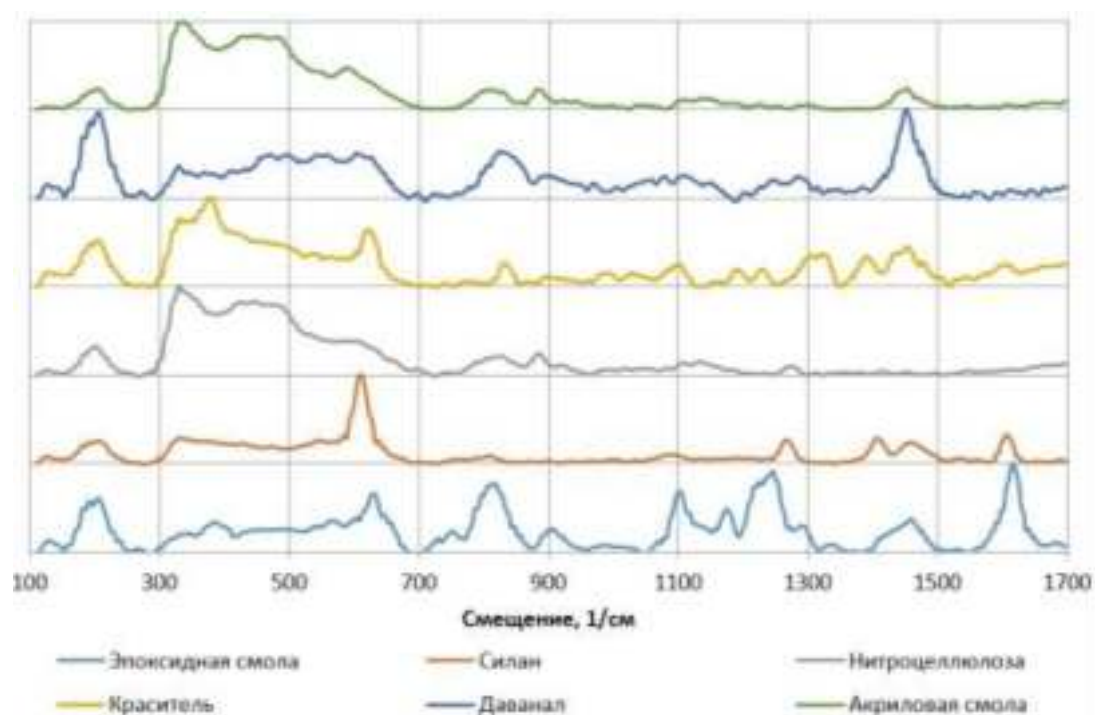


Рис. 5.60. Примеры спектров, снятых на приборах серии «Спектраль»

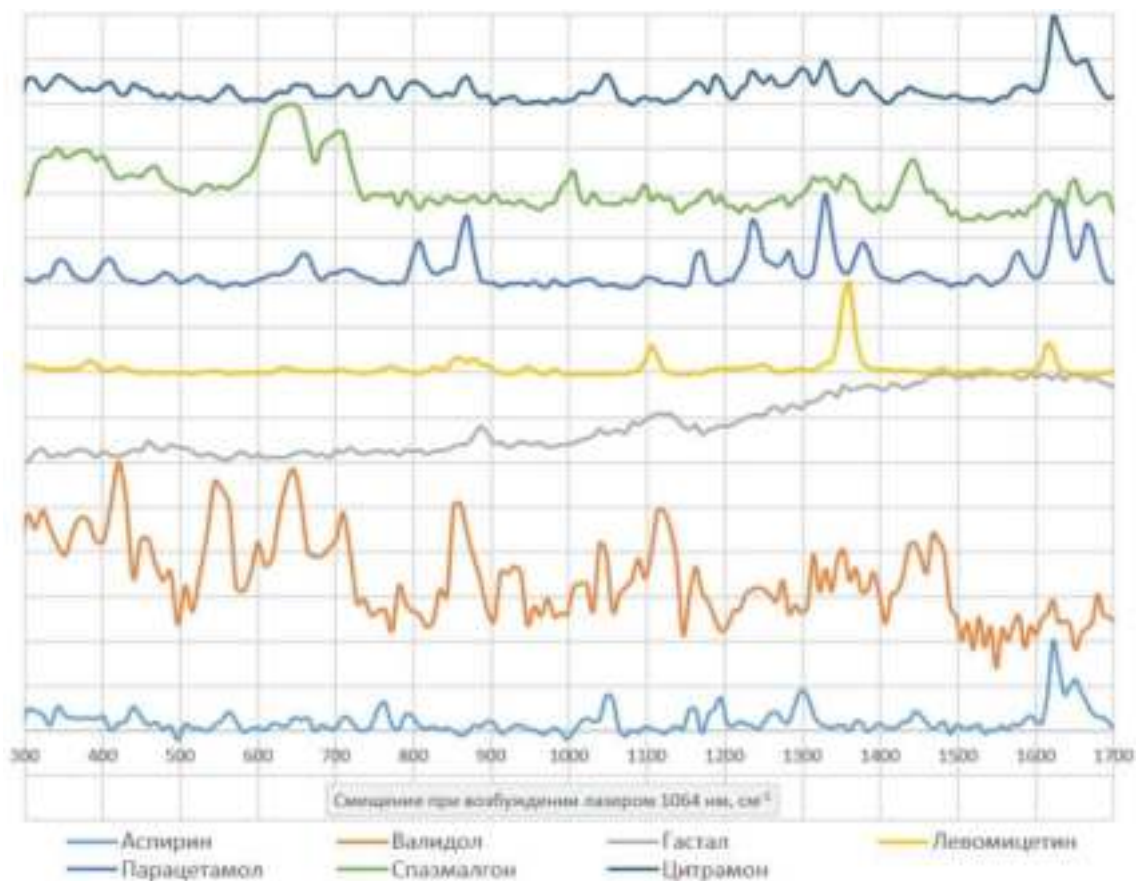


Рис. 5.61. Примеры спектров, снятых на приборах серии «Спектраль»

Спектрометры «Спектраль» могут применяться не только для обнаружения и идентификация взрывчатых и наркотических веществ, но и в других сферах, таких как судебная экспертиза, биомедицинские исследования, количественный анализ растворов, производство полупроводников и солнечных элементов, исследование углеродных структур, контроль

производства полимеров и химических веществ и многих других. Основные технические характеристики спектрометров семейства «Спектраль» представлены в таблице 5.13¹.

Таблица 5.13

Основные технические характеристики спектрометров семейства «Спектраль»

Характеристики спектрометров семейства «Спектраль»	Спектрометры семейства «Спектраль» и значение их характеристик		
	Спектраль 1064	Спектраль 1064+	Спектраль 1064HR
Исполнение	Лабораторное	Портативное	Портативное
Спектральный диапазон	300–1 800 см ⁻¹	300–1 800 см ⁻¹	300–2 500 см ⁻¹
Спектральный диапазон	300–1 800 см ⁻¹	300–1 800 см ⁻¹	300–2 500 см ⁻¹
Спектральное разрешение (FWHM)	9–11 см ⁻¹	9–11 см ⁻¹	5–6 см ⁻¹
Лазер	1 064 нм, мощность 0.5 Вт, одномодовый	1 064 нм, регулируемая мощность (макс. 1 Вт), одномодовый	1 064 нм, регулируемая мощность (макс. 3 Вт), одночастотный
Детектор	InGaAs, охлаждаемый, 256 пикселей	InGaAs, охлаждаемый, 256 пикселей	InGaAs, охлаждаемый, 512 пикселей
Система орбитального сканирования в пробнике	Включена	Включена	Включена
Питание	Сеть	Батарея (более 5 ч) или сеть 100–220 В	Батарея (более 5 ч) или сеть 100–220 В
Степень защиты корпуса	IP 40	IP 68	IP 68
Температура эксплуатации	0 ... +40 °С	-20 ... +50 °С	-40 ... +50 °С

Портативный рамановский спектрометр «ХимЭксперт-Т»^{2,3}

Портативный рамановский спектрометр «ХимЭксперт-Т» (рис. 5.62) обеспечивает эффективное распознавание и идентификацию опасных биологических и химических агентов, в том числе, взрывчатых и опасных веществ без взаимодействия с ними, отбора проб и нарушения упаковки.

Портативный рамановский спектрометр «ХимЭксперт-Т» является многофункциональным аналитическим прибором, который способен идентифицировать около 15 000 различных химических веществ в жидком, твёрдом или порошкообразном состоянии, в том числе⁴:

¹ Там же.

² Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/dosmotrovaya-tehnika-i-sredstva/khimekspert-t/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7139&tbl=02.02.02.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/dosmotrovaya-tehnika-i-sredstva/khimekspert-t/> (дата обращения: 01.03.2023).

- 98 наименований опасных химических агентов (токсичные, ядовитые, отравляющие, химически активные вещества и др.);
- 20 наименований опасных биологических агентов (споры бактерий, биологические токсины и пр.);
- 102 наименования взрывчатых веществ (включая 19 наименований жидких взрывчатых веществ);
- 30 наименований горючих и легковоспламеняющихся веществ;
- 57 наименований наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров;
- более 10 000 наименований продукции химической и фармацевтической промышленности;
- воду, прохладительные напитки и алкоголь.



Рис. 5.62. Портативный рамановский спектрометр «ХимЭксперт-Т»

Прибор способен проводить анализ веществ через прозрачное и цветное стекло или полупрозрачную пластиковую упаковку. Примеры использования спектрометра «ХимЭксперт-Т» для идентификации различных веществ показаны на рисунках 5.63–5.65.



Рис. 5.63. Спектрометр «ХимЭксперт-Т» идентифицировал парацетамол сквозь герметичную упаковку



Рис. 5.64. Идентификация взрывчатого вещества (гексоген) через герметичную упаковку



Рис. 5.65. Идентификация наркотических веществ (кокаин) в герметичной упаковке

Основными сферами применения портативного рамановского спектрометра «ХимЭксперт-Т» являются¹:

¹ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/dosmotrovaya-tehnika-i-sredstva/khimekspert-t/> (дата обращения: 01.03.2023).

- распознавание и идентификация веществ, в отношении которых установлен запрет или ограничение на перемещение в зону транспортной безопасности на объектах транспортной инфраструктуры;
- объекты массового скопления людей (театры, концертные залы, стадионы, образовательные, лечебные учреждения и т. п.);
- режимные объекты оборонно-промышленного и топливно-энергетического комплекса, в том числе объекты ядерного топливного цикла.

Основные технические характеристики портативного рамановского спектрометра «ХимЭксперт-Т» приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14

**Основные технические характеристики портативного
рамановского спектрометра «ХимЭксперт-Т»**

Характеристика	Значение/Особенности
Принцип действия	Спектроскопия комбинационного рассеяния (Рамановская спектроскопия)
Объекты для анализа	Жидкости, порошки, твердые тела, в том числе в прозрачной упаковке
Проведение измерений	Без взаимодействия с веществом, в т. ч. сквозь герметичный контейнер
Время анализа	От 5 до 60 с
Стоимость анализа	0,00 р.
Время автономной работы от одного аккумулятора	До 8 ч
Габаритные размеры (Д×Ш×В)	270×160×130 мм
Масса с аккумуляторной батареей	3 кг

Обнаружители паров взрывчатых веществ (газоанализаторы)

Портативный обнаружитель (детектор) паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум»¹

Дальнейшим развитием портативного обнаружителя (детектора) паров взрывчатых веществ «Пилот-М» стал детектор «Пилот-М1 премиум», представленный на рисунке 5.66.

Портативный обнаружитель (детектор) паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум» предназначен для обнаружения паров взрывчатых веществ при анализе проб воздуха в реальном времени или после отбора пробоотборным устройством, а также частиц ВВ после их сбора пробоотборными салфетками при обследовании поверхности различных объектов.

¹ Сайт производителя ООО «Лаванда-Ю». URL: <http://www.lavanda-u.ru/katalog/explosive-detector/10-pilot-m1-premium.html> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.66. Портативный обнаружитель (детектор) паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум»

Отличительные особенности прибора «Пилот-М1 премиум»:

- высокий уровень чувствительности прибора сочетается с высокой селективностью;
- широкая номенклатура обнаруживаемых взрывчатых веществ;
- регулировка порога обнаружения паров взрывчатых веществ в зависимости от фоновой обстановки;
- отсутствие в составе изотопного источника;
- отсутствие специальных калибровочных операций;
- отсутствие специального газового питания.

Кроме того, в отличие от детектора «Пилот-М», портативный обнаружитель паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум» оснащен цветным графическим дисплеем, на который выводится информация об уровне сигнала и ионограмма (плазмограмма) пробы (рис.5.67)¹.

По месту расположения «пика» можно провести предварительную идентификацию обнаруженного ВВ, что позволяет минимизировать количество ложных тревог. В памяти детектора может сохраняться информация более миллиона ионограмм (плазмограмм).



Рис. 5.67. Цветной графический дисплей портативного обнаружителя паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум»

Детектор позволяет обнаруживать следовые количества ВВ на основе ТНТ, нитроглицерина (НГ), ТЭНа, ЭГДН, гексогена, октогена, тетрила и нитроцеллюлозных порохов, включая смесевые ВВ на их основе: SEMTEX (пластические и эластичные ВВ на основе гексогена, ТЭНа или их смеси), составы типа В (ТГ-20, ТГ-40, ТГ-60, МС, ТГАФ), типа С (С1, С2, С3, С4, ПВВ-4, ПВВ-5А, ПВВ-7, ПВВ-12М, ЭВВ-11, ЭВВ-32 и т.п.), Н-6, Cyclotol, НВХ, Minol 2, аммотол

¹ Там же.

(Amatol, скальный аммонит, аммонит № 6-ЖВ), Primacord, Primasheet, Tetritol, Tritonal, Cordit N, A-IX-1, A-IX-2, A-IX-20, октолы, окфолы и другие смесевые ВВ отечественного и иностранного производства.

Пробоотборное устройство с комплектом металлических сеток-концентраторов (рис. 5.68) предназначено для сбора проб в труднодоступных местах (микрочастиц и паров ВВ) и в условиях запыленной и задымленной атмосферы.



Рис. 5.68. Пробоотборное устройство портативного обнаружителя паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум»

Классические обнаружители паров способны определять только ограниченный круг летучих взрывчатых веществ, причем при достаточно высоких температурах окружающей среды. Поэтому портативный обнаружитель (детектор) паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум» используется совместно с устройством нагрева пробы (рис. 5.69), что позволяет проводить анализ проб, снятых с поверхности контролируемых объектов, и тем самым существенно расширить его возможности, а именно:

- детектировать ВВ в газовой (пары) и твердой (микрочастицы) фазах;
- расширить номенклатуру выявляемых ВВ за счет таких труднолетучих веществ, как гексоген, ТЭН, октоген и составов на их основе, в том числе — пластических и эластичных ВВ;
- уменьшить зависимость обнаружительных возможностей детектора от климатических условий: влажности, температуры и турбулентности воздуха;
- проводить практически одновременный отбор проб в нескольких местах, используя автономное пробоотборное устройство и/или салфетки.



Рис. 5.69. Устройство нагрева пробы портативного обнаружителя паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум»

Технические характеристики портативного обнаружителя паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум» представлены в таблице 5.15¹.

Таблица 5.15

**Технические характеристики портативного обнаружителя паров
взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум»**

Характеристика	Значение
Минимальный предел обнаружения паров тринитротолуола при температуре 20±2 °С	Не хуже 1х10 ⁻¹³ г/см ³
Минимальный предел обнаружения следовых количеств взрывчатых веществ при температуре 20±2 °С — по частицам тринитротолуола — по частицам гексогена — по частицам ТЭНа	Не хуже: 1х10 ⁻¹⁰ г; 1х10 ⁻⁹ г; 5х10 ⁻¹⁰ г
Время отклика на наличие следов взрывчатых веществ	Не более 1 с
Время готовности к работе после включения	Не более 10 с
Индикация о наличии следовых количеств взрывчатых веществ	Визуальная и звуковая (дисплей)
Электропитание	От 190 В до 242 В, (50±1) Гц или аккумуляторная батарея 7,2 В
Условия эксплуатации: температура окружающей среды, влажность (при +25 °С, без конденсата)	+0 ... +50 °С; до 95%
Габаритные размеры	310х190х90 мм
Масса с батареями питания	Не более 1,8 кг

**Мультифункциональные устройства для поиска и идентификации опасных веществ
Детектор взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон»^{2,3}**

Тенденция на мультифункциональность специальной техники органов внутренних дел, которую мы отмечали в предыдущих главах учебника, в полной мере справедлива для поисковой техники. Детектор взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон» (рис. 5.70) интегрирует функционалы портативного быстродействующего высокочувствительного детектора и поискового радиометра.

Детектор «Дианон» имеет сертификат соответствия требованиям к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 г. № 969, заключение 11 центра ФСБ России на соответствие требованиям, предъявляемым к техническим средствам обеспечения защищенности объектов метрополитена, сертификат соответствия ГОСТ Р и декларацию соответствия Таможенного союза.

¹ Сайт производителя ООО «Лаванда-Ю». URL: <http://www.lavanda-u.ru/catalog/explosive-detector/10-pilot-m1-premium.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/detectors/dianon/>, https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7154&tbl=02.01.01.01.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.70. Детектор взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон»

Детектор «Дианон» позволяет одновременно работать в режиме обнаружения взрывчатых веществ и в режиме радиометра. Высокочувствительный детектор позволяет обнаруживать и идентифицировать взрывчатые вещества как в виде паров, так и в виде частиц (следов). Высокочувствительный детектор прибора «Дианон» построен на базе технологии, в основе которой лежит принцип нелинейной зависимости подвижности ионов от напряженности электрического поля. Для ионизации молекул пробы используется принцип коронного разряда.

Для работы прибора не требуется специального газа-носителя. Воздух с поверхности обследуемого объекта подается непосредственно через входное заборное отверстие аналитической части детектора при помощи встроенного насоса, создающего воздушный поток типа «торнадо». Детектор «Дианон» имеет уникальную встроенную систему газовых потоков, позволяющую работать в условиях повышенной загрязненности, высокой влажности, сильного ветра, и обеспечивающую, при этом, минимальный уровень ложных срабатываний.

Технические характеристики детектора «Дианон» в режиме обнаружения взрывчатых веществ аналогичны детектору «М-Ион», который был рассмотрен выше.

Встроенный поисковый радиометр позволяет обнаружить и локализовать источники ионизирующего гамма-излучения, а также произвести оценку мощности дозы излучения. Кроме того, радиометр позволяет производить индикацию максимального значения мощности дозы за время работы, а также индикацию накопленной за время работы прибора дозы излучения (рис. 5.71)¹. Время рабочей экспозиции радиометра «Дианон» составляет всего 1 с.



Рис. 5.71. Работа детектора «Дианон» в режиме радиометра

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/detectors/dianon/>, https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Контроль над всеми параметрами детектора, а также сбор и анализ данных осуществляется при помощи встроенного микрокомпьютера. Связь с любым внешним устройством (компьютером, планшетом, смартфоном) возможна посредством интерфейсов Wi-Fi и Ethernet.

Технические характеристики работы детектора взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон» в режиме радиометра представлены в таблице 5.16¹. Напомним, что технические характеристики детектора «Дианон» в режиме обнаружения взрывчатых веществ аналогичны детектору «М-Ион».

Таблица 5.16

Технические характеристики работы детектора взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон» в режиме радиометра

Характеристика	Значение
Время рабочей экспозиции	1 с
Энергетический диапазон регистрируемого фотонного излучения	От 30 до 3 000 кэВ
Погрешность измерения мощности экспозиционной дозы в диапазоне 30–3 000 кэВ	Менее 30 %
Индикация превышения мощности экспозиционной дозы	Цифровая и звуковая
Диапазон измерения мощности экспозиционной дозы	0,1 мкЗв/ч до 0,01 Зв/ч
Диапазон измерения мощности экспозиционной дозы	0–50 мР/ч
Чувствительность регистрации излучения с энергией 662 кэВ (Cs-137) встроенным детектором	1,0 имп·с ⁻¹ на 1,0 мкР·ч ⁻¹

В комплект поставки детектора взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон» входят: блок питания, сетевой адаптер, 3 аккумуляторных батареи, зарядное устройство, нагревательное устройство, тестовый имитатор ВВ, пробоотборная трубка и набор пробоотборных алюминиевых салфеток. Прибор поставляется в пластиковом кейсе или сумке.

5.1.3. Технические средства обнаружения радиоактивных веществ

Основной отличительной особенностью радиоактивных веществ от других является воздействие этих веществ на человека и окружающую среду путем испускания ионизирующих излучений. Поскольку ионизирующее излучение не воспринимается ни одним из органов чувств человека, то радиационный контроль и решение всех задач, связанных с отысканием радиоактивных веществ, возможны только при условии обеспечения специальными приборами тех сотрудников, которые задействованы в соответствующих мероприятиях.

Получение информации о месте нахождения источников ионизирующих излучений основано на следующих положениях.

Человек и окружающий его мир сосуществуют в условиях естественного и техногенно измененного радиационного фона. В каждой точке пространства этот фон имеет вполне определенное значение. Например, на большей части территории Санкт-Петербурга мощность дозы фоновых ионизирующих излучений находится в пределах от 12 до 20 мкР/ч. Появление в конкретной точке пространства (в помещении, в транспортном средстве, в грунте на определенной глубине и т. д.) дополнительного источника ионизирующих излучений приводит к увеличению мощности дозы не только в этой точке, но и на некотором расстоянии от нее. Степень увеличения мощности дозы гамма-излучения зависит от вида дополнительного источника, его активности и обратно пропорциональна квадрату расстояния от него.

¹ Там же.

На степень увеличения мощности дозы оказывает влияние и наличие преград между источником и точкой, в которой осуществляется измерение. Преграды (стены, металлические шкафы, перегородки и др.), изготовленные из различных материалов, при одинаковой толщине в разной степени ослабляют гамма-излучение. Распространяясь от источника прямолинейно во всех направлениях, это излучение рассеивается на молекулах воздуха и создает повышенный уровень за преградами в открытых объемах пространства, даже если материал преграды полностью поглощает энергию излучения.

Измерение уровня ионизирующих излучений при поиске радиоактивных веществ или объектов, помеченных радиоактивными веществами, может осуществляться как с помощью монофункциональных классических дозиметров, так и multifunctional приборов, таких, как детектор взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон», который был рассмотрен выше.

Еще одним примером подобного multifunctional прибора является переносной малогабаритный, многокомпонентный газоанализатор (газосигнализатор) «Эдельвейс М» с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения.

Многокомпонентный газоанализатор (газосигнализатор) «Эдельвейс М» с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения^{1,2,3}

Переносной малогабаритный, многокомпонентный газоанализатор (газосигнализатор) для мониторинга опасных концентраций аварийно-химически опасных (АХОВ) и отравляющих веществ (ОВ) с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения «Эдельвейс М» (рис. 5.72, 5.73) используется подразделениями МЧС России и другими силовыми структурами.



Рис. 5.72. Многокомпонентный газоанализатор «Эдельвейс М» с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения

¹ Сайт производителя ООО «НПФ "Инкрам"». URL: <https://www.inkram.ru/catalog/portativnye-resheniya/edelveys-m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Приложение к приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «07» декабря 2020 г. № 2007 Описание типа средства измерений. Газосигнализаторы «Эдельвейс». URL: <https://www.inkram.ru/documents/edelweiss/prilogenie%20k%20prikazu%20№%2007.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7159&tbl=02.02.01.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.73. Многокомпонентный газоанализатор «Эдельвейс М» с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения

Многокомпонентный газоанализатор «Эдельвейс М» с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения выпускается также в стационарном исполнении «Эдельвейс СТ» (рис. 5.74) и встраиваемом исполнении «Эдельвейс ТМ» (рис. 5.75)¹.



Рис. 5.74. Стационарное исполнение «Эдельвейс СТ» многокомпонентного газоанализатора с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения

¹ Приложение к приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «07» декабря 2020 г. № 2007 Описание типа средства измерений. Газосигнализаторы «Эдельвейс». URL: <https://www.inkram.ru/documents/edelweiss/prilogenie%20k%20prikazu%20№%202007.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.75. Встраиваемое исполнение «Эдельвейс ТМ» многокомпонентного газоанализатора с функцией измерения мощности эквивалента гамма-излучения

Газосигнализатор «Эдельвейс М» предназначен для непрерывного автоматического контроля воздушной среды в целях обнаружения превышения пороговых концентраций отравляющих веществ (ОВ), аварийно-химически опасных веществ (АХОВ), горючих газов и паров, органических веществ, диоксида углерода, кислорода, а также измерения мощности амбиентной дозы гамма-излучения.

К основным функциональным возможностям прибора «Эдельвейс М» относятся¹:

- автоматическое обнаружение, идентификация и контроль превышения пороговых концентраций АХОВ и ОВ в воздухе рабочей зоны;
- автоматическое обнаружение превышения уровня гамма-излучения;
- индикация концентраций измеряемых компонентов на дисплее;
- архивирование данных измерений и превышений порогов в энергонезависимой памяти;
- звуковая и световая сигнализация превышения пороговых значений концентрации измеряемых компонентов.

Метрологические характеристики газоанализатора «Эдельвейс М» приведены в таблице 5.17².

Таблица 5.17

Метрологические характеристики газоанализатора «Эдельвейс М»

Наименование характеристики	Значение
Диапазон энергий фотонного ионизирующего излучения	От 0,05 до 3,0 МэВ
Время срабатывания при подаче трехкратной пороговой концентрации по всем газам, за исключением соляной кислоты и фосгена	Не более 30 с
Время срабатывания при подаче трехкратной пороговой концентрации фосгена и соляной кислоты	Не более 90 с
Время срабатывания при подаче пороговой концентрации ОВ	Не более 15 с

¹ Сайт производителя ООО «НПФ "Инкрам"». URL: <https://www.inkram.ru/catalog/portativnye-resheniya/edelveys-m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Приложение к приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «07» декабря 2020 г. № 2007 Описание типа средства измерений. Газосигнализаторы «Эдельвейс». URL: <https://www.inkram.ru/documents/edelweiss/prilogenie%20k%20prikazu%20№%202007.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Наименование характеристики	Значение
Последствие газосигнализатора при пороговых концентрациях зарина и зомана	Не более 60 с
Последствие газосигнализатора при пороговых концентрациях вещества типа Vx и иприта	Не более 180 с
Последствие газосигнализатора при пороговых концентрациях других газов за исключением соляной кислоты и фосгена	Не более 30 с
Последствие газосигнализатора при пороговых концентрациях соляной кислоты и фосгена	Не более 45 с
Время срабатывания и последствия	Нормируется по первому (предупредительному) порогу для всех каналов

Основными областями применения прибора «Эдельвейс М» являются¹:

- проведение аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных различными факторами, в том числе террористическими актами;
- проведение химической и радиационной разведки;
- обеспечение безопасности населения в местах массового скопления людей.

Приказом Росстандарта от 07.12.2020 г. № 2007 «О продлении срока действия свидетельства об утверждении типа», срок действия утвержденного типа средства измерений на газосигнализаторы «Эдельвейс» продлен на 5 лет².

Технические характеристики газоанализатора «Эдельвейс М» приведены в таблице 5.18^{3,4}.

Таблица 5.18

Технические характеристики газоанализатора «Эдельвейс М»

Характеристика	Значение/Особенности
Количество одновременно контролируемых АХОВ	До 6
Порог обнаружения по АХОВ	Не более ПДК в воздухе рабочей зоны
Детектор отравляющих веществ	Зарин, зоман, Vx-газы, иприт
Быстродействие по АХОВ и ОВ	Не более 15 с
Обнаружение превышения уровня гамма-излучения	Автоматическое
Отбор газовой пробы	Принудительный
Диапазон рабочих температур	От -30 до +50°C
Время непрерывной работы прибора от батареи	Не менее 6 ч
Масса прибора	Не более 3 кг

Диапазон измерений концентрации газов, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений определяются характеристиками установленных ИСМ, детектора ОВ и детектора мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения.

¹ Сайт производителя ООО «НПФ "Инкрам"». URL: <https://www.inkram.ru/catalog/portativnye-resheniya/edelveys-m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Приказ Росстандарта URL: https://www.inkram.ru/documents/edelweiss/Rosstandart_2007%2007.12.2020%20Edelweiss.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «НПФ "Инкрам"». <https://www.inkram.ru/catalog/portativnye-resheniya/edelveys-m/>

⁴ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7159&tbl=02.02.01.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

Портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20»

Дозиметры и радиометры способны обнаружить гамма-излучение, но неспособны точно определить, является ли радиоактивный материал естественным источником радиации или «грязной» ядерной бомбой, что особенно актуально в условиях проведения специальной военной операции. Для этого используются идентификаторы изотопов. Один из таких приборов и был обнаружен подразделениями народной милиции ЛНР на отбитых у вооруженных сил Украины позициях в апреле 2022 г. Трофеем стал портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20» производства американской компании «Symetrica» (рис. 5.76, 5.77)¹.



Рис. 5.76. Портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20»



Рис. 5.77. Портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20»

¹ Сайт РИА НОВОСТИ. Народная милиция ЛНР нашла на оставленных позициях ВСУ дозиметр из США. URL: <https://ria.ru/20220409/lnr-1782683349.html> (дата обращения: 01.03.2023).

Отметим, что данное оборудование недоступно для свободной продажи, по официальным данным не поставлялось на Украину и информации об этом приборе крайне мало. Поиск, проведенный в Интернете и других открытых источниках, дал весьма скромные результаты. Все, что можно обнаружить в открытом доступе о портативном идентификаторе радиоизотопов «Verifinder SN20» производства американской компании «Symetrica», укладывается всего в две страницы рекламного буклета на английском (рис. 5.78)¹.

Исходя из этих скудных данных, «VeriFinder SN20» — это новейший портативный радиоизотопный идентификатор (RIID) производства компании Symetrica, созданный с использованием ведущей на рынке технологии для портативных идентификаторов Discovery Technology. Прибор способен определить наличие радиоактивного излучения, а также способен обеспечить одновременное точное определение нескольких изотопов не более чем за 30 с. Прибор имеет встроенные интерфейсы GPS, 3G, беспроводной связи, в том числе Bluetooth.

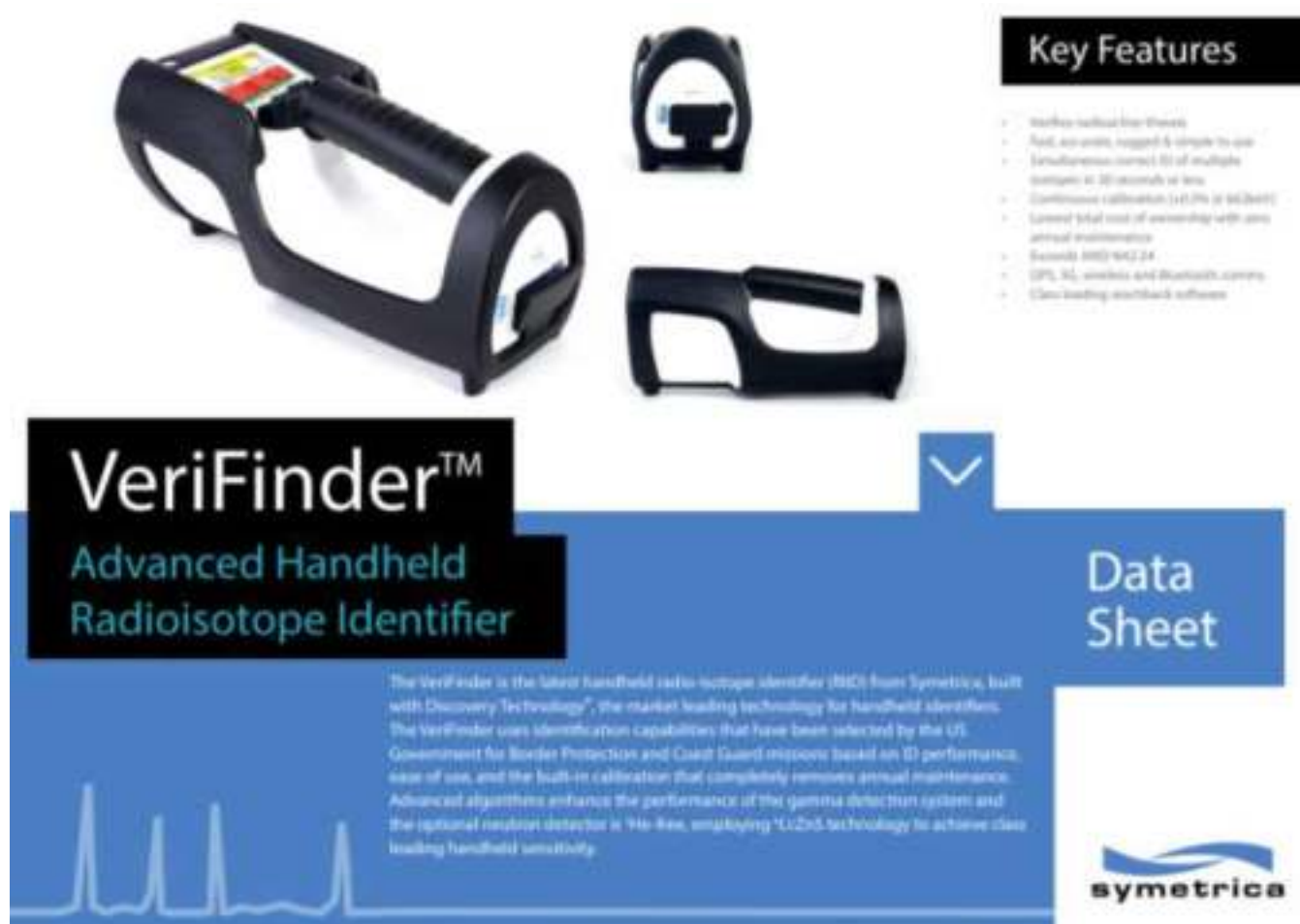


Рис. 5.78. Рекламный буклет портативного идентификатора радиоизотопов «Verifinder SN20»

Отсутствие подробной информации о портативном идентификаторе радиоизотопов «Verifinder SN20» может быть компенсировано изучением предыдущей версии данного прибора — переносного идентификатора радиоизотопов «RadSeeker» от компании Smiths Detection (ныне Symetrica).

¹ Портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20». URL: <https://www.dael.com/assets/files/Security-brochures/brochures-voorwerpen/Symetrica---VeriFinder.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Переносной идентификатор радиоизотопов «RadSeeker»¹

Портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20» — это новая версия портативного высокоточного радиоизотопного детектора и идентификатора «RadSeeker» (рис. 5.79) производства Smiths Detection (Symetrica).



Рис. 5.79. Портативный высокоточный радиоизотопный детектор «RadSeeker»

Убедиться в приемственности данных приборов можно по логотипу компании Symetrica в правом верхнем углу прибора и логотипу технологии для портативных идентификаторов Discovery Technology под ним.

Переносной идентификатор радиоизотопов «RadSeeker» был специально разработан с учетом требований Министерства национальной безопасности (DHS) США по созданию системы следующего поколения, способной обнаруживать и идентифицировать материалы, представляющие собой ядерную угрозу. В основе идентификатора изотопов «RadSeeker» лежит технология Discovery Technology от компании Symetrica. Эта технология объединяет передовые алгоритмы обработки и идентификации спектра с рядом высокочувствительных детекторов на основе бромида лантана (LaBr₃) 1,5x1,5 дюйма или йодида натрия (NaI) 2x2 дюйма.

Основными областями применения идентификатора радиоизотопов «RadSeeker» являются таможенный досмотр, пограничный контроль, ликвидация чрезвычайных ситуаций и радиологический контроль помещений или персонала.

В сфере контроля грузов основной задачей идентификатора изотопов «RadSeeker» является не только обнаружение источников радиоактивного излучения, но и точное определение природы данного источника.

¹ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6662&tbl=03.04.04>. (дата обращения: 01.03.2023).

Пример режима детектирования гамма-излучения приведен на рисунке 5.80¹.

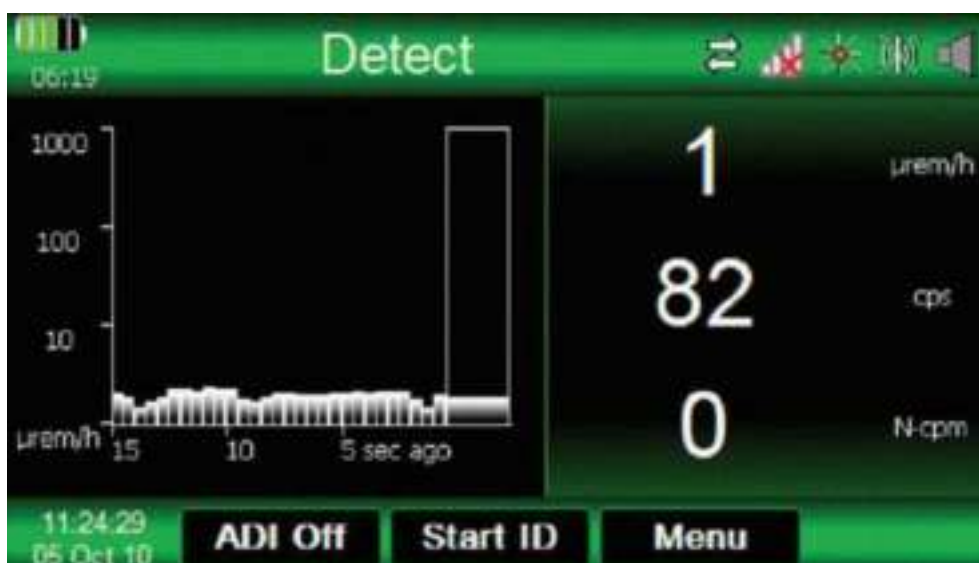


Рис. 5.80. Детектирование гамма-излучения

На дисплее отображается график изменения интенсивности излучения источника. Справа от графика на каждом экране постоянно отображаются скорость счета и мощность дозы излучения в реальном времени, предоставляя пользователю необходимую информацию в любое время.

Однако дозиметр не сможет ответить на вопрос, является ли обнаруженный радиоактивный материал безвредным естественным источником радиации или более опасным источником, например определенным ядерным веществом или «грязной» ядерной бомбой. Только идентификатор изотопов сможет дать на это ответ. Более того, для каждого идентифицированного источника «RadSeeker» автоматически выполняет оценку риска, определяя источник как безопасный или содержащий в себе угрозу (рис. 5.81)².

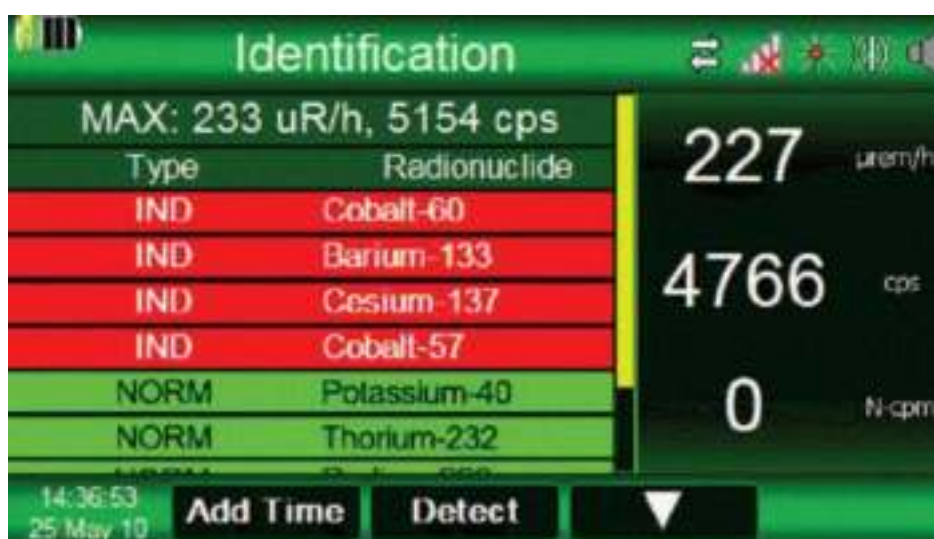


Рис. 5.81. Работа «RadSeeker» в режиме идентификации изотопов

На экране идентификации отображается список сигналов тревоги. В случае обнаружения различных радионуклидов они отображаются в списке в соответствии с приоритетом.

¹ Там же.

² Там же.

Далее указывается категория изотопа, а также дается оценка степени опасности — зеленый цвет для безвредного излучения и красный для опасного. Одним из примеров опасного изотопа является Цезий-137, который находится в списке идентифицированных изотопов третьим сверху.

При ликвидации чрезвычайных ситуаций, «RadSeeker» позволяет группам радиационного контроля быстро и точно определить наличие источника радиации и уровень связанной с ним опасности. Встроенные возможности беспроводной связи WiFi 802.11 и интерфейс спутникового телефона предоставляют специалистам в удаленном центре управления доступ к таким сведениям, как обнаруженная угроза, спектры источника и местоположение устройства/оператора.

В случаях, когда отправлять оператора в зону поражения небезопасно, «RadSeeker» может быть помещен туда с помощью роботизированной системы, а контроль и мониторинг устройства может осуществляться с безопасного расстояния. Общие технические характеристики переносного идентификатора радиоизотопов «RadSeeker» приведены в таблице 5.19, а конфигурация — в таблице 5.20¹.

Таблица 5.19

Технические характеристики переносного идентификатора радиоизотопов «RadSeeker»

Характеристика	Значение/Особенности
Обнаружение источников радиоактивного излучения	Высокочувствительные датчики звукового обнаружения сигнализируют о гамма— или нейтронном излучении, превышающем фоновые значения; пороговые значения регулируются пользователем. Показатель производительности прибора превышает нормы стандарта ANSI N42.34 (2006)
Эффективность идентификации	Превосходит все требования стандарта ANSI N42.34 (2006) по обнаружению голых, изолированных, сложных и маскированных изотопов. Оперативное обновление данных повышает эффективность идентификации
Библиотека	Легко расширяемая библиотека, содержащая 41 радионуклид, классифицированный согласно стандарту ANSI N42.34 (2006)
Стабилизация	Автоматическая стабилизация электросети (устраняет необходимость калибровки поля)
Энергетический диапазон	25 кэВ–3 МэВ (гамма)
Индикация сигналов тревоги	Звуковые, визуальные, вибрационные сигналы, наушники, дискретные сверхяркие светодиоды для индикации сигналов тревоги в задней части системы
Аккумулятор	Эффективный ионно-литиевый аккумулятор (апробировано UL); более 8 ч (нормальные условия эксплуатации при 150+ ID). Аккумулятор перезаряжается в автономном или настольном зарядном устройстве
Окружающая среда и безопасность	
Диапазон рабочих температур	-32 °C (-25 °F) после прогрева до 50 °C (122 °F)
Ударо- и виброустойчивость	ANSI N42.34 (2006)
Защищенность от падения	91,44 см (3 фута) на бетон, покрытый многослойной фанерой, толщиной 5,1 см (2 дюйма)
Безопасность	UL 61010-1; ЭМС: ANSI N42.34 (2006)
Влажность	Относительная влажность 3–98 %, без конденсации при 35 °C (95 °F)

¹ Там же.

Характеристика	Значение/Особенности
Защита	Защищен от воздействия пресной воды, попадания брызг, пыли и песка, IP65 (ANSI/IEC 60529)
Размеры (ШхДхВ]	17,8х30,5х11,4 см (7х12х4,5 дюймов) — малые накладки
Вес	CS 2,4 кг (5,2 фунта), CL 2,24 кг (4,95 фунта)
Возможности подключения	Беспроводное соединение 802.11b/g/n, последовательный USB-порт, Ethernet и функция подключения спутникового телефона, доступная с помощью радиомодема
Дисплей	Высокая контрастность, высокое разрешение (428х272 пикселей), цветной дисплей на основе органических светодиодов (OLED)
Датчик местоположения	Глобальная навигационная спутниковая система (GPS) — указывает долготу и широту местоположения системы в процессе контроля и в момент выполнения идентификации
Поставляемое в комплекте дополнительное оборудование	Чехол для переноски, ремень с лямкой, дополнительный комплект батарей, адаптер питания переменного тока, адаптер для автомобиля 12 В, настольное зарядное устройство для аккумулятора, кабели USB, USB-адаптер для наушников, адаптер для спутникового телефона, комплект широких накладок, отвертка (для смены накладок), руководство, компакт-диск для установки программы

Таблица 5.20

Конфигурации переносного идентификатора радиоизотопов «RadSeeker»

Характеристики переносного идентификатора радиоизотопов «RadSeeker»	Модификации переносного идентификатора радиоизотопов «RadSeeker» и значение их характеристик	
	RadSeeker CS (технический йодид натрия]	RadSeeker CL (технический бромид лантана)
Технологии обнаружения радиоактивного излучения	Йодид натрия 2х2 дюйма (гамма-спектрометр) Замедленный 3He (нейтронный детектор)	Бромид лантана 1,5х1,5 дюйма (гамма-спектрометр) Замедленный 3He (нейтронный детектор)
Диапазон мощности дозы излучения	От 1 мкбэр/ч до 12 мбэр/ч (Cs-137)	От 1 мкбэр/ч до 20 мбэр/ч (Cs-137)

Несмотря на впечатляющие характеристики, ни портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20», ни тем более переносной идентификатор радиоизотопов «RadSeeker» не являются уникальными приборами, не имеющими аналогов. Белорусская научно-технологическая компания «Радметрон» производит действительно уникальный дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401К-3, который объединяет функции нескольких приборов.

Дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401К-3¹

Белорусская научно-технологическая компания «Радметрон» разрабатывает и производит широкий спектр оборудования, средств измерения и программного обеспечения для радиационного контроля. Дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401К-3 (рис. 5.82) оснащен мощным функционалом и является одним из самых малогабаритных и легких радиометров в мире.

¹ Сайт компании «Радметрон». URL: <https://radmetron.com/ru/product/radionuclide-identification-devices/multipurpose-hand-held-radiation-monitor-identifier-pm1401k-3/#desc> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.82. Дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401К-3

МКС-PM1401К-3 является многофункциональным прибором, который объединяет в себе функции поискового прибора, радиометра, дозиметра, спектрометра и радиоизотопного идентификатора. Прибор оборудован встроенными детекторами альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучения.

Возможности МКС-PM1401К-3 позволяют решать широкий спектр задач радиационного контроля: от поиска и локализации источников ионизирующего излучения до измерения активности радионуклидов в обнаруженных источниках.

Прибор предназначен для использования в работе служб таможенного и пограничного контроля, аварийно-спасательных служб, полиции и служб безопасности, радиологических и изотопных лабораторий, а также для отрасли, в которой используются ядерные технические установки и источники ионизирующих излучений.

Дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401К-3 обеспечивает выполнение следующих функций¹:

- поиск, обнаружение и локализацию радиоактивных материалов путем регистрации гамма- и рентгеновского, нейтронного, альфа- и бета-излучений;
- предупреждение о превышении установленных порогов посредством аудио- или вибросигнализации;
- измерение мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма- и рентгеновского излучения;
- измерение степени поверхностного загрязнения альфа- и бета-источниками;
- накопление и хранение в энергонезависимой памяти прибора до 500 событий и до 1 000 накопленных гамма-спектров;
- идентификацию радионуклидного состава вещества (встроенная функция);
- измерение удельной или объемной активности радионуклидов в образцах;
- позиционирование прибора по ГЛОНАСС/GPS;
- обмен данными с компьютером по USB-интерфейсу.

Отличительным свойством PM1401К-3 является наличие встроенной функции идентификации и GPS-позиционирования. Результаты измерений и режимы работы отображают-

¹ Там же.

ся на цветном, ярком и контрастном жидкокристаллическом экране с высоким разрешением (рис. 5.83)¹.



Рис. 5.83. Примеры отображения результатов измерений МКС-PM1401K-3

В состав стандартной комплектации прибора входят: дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401K-3, фильтры альфа-излучения, кабель USB, дистанционные кольца (для измерения альфа-, бета-излучения), а также документация и элементы питания. Прибор может быть дополнительно оснащен внешним вибрационным сигнализатором, предназначенным для работы в шумной обстановке либо для скрытого поиска, камерой-замедлителем, устройством калибровочным, удлинителем телескопическим для проведения обследования в труднодоступных местах, а также сосудом Маринелли для измерения удельной активности изотопов радионуклида цезий-137 в жидкостях и сыпучих продуктах.

Общие технические характеристики дозиметра-радиометра поискового МКС-PM1401K-3 приведены в таблице 5.21².

Таблица 5.21

**Общие технические характеристики дозиметра-радиометра
поискового МКС-PM1401K-3**

Характеристика	Значение/Особенности
Детектор	CsI(Tl), GM, He-3
Диапазон измерения МЭД	от 0.1 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч
Диапазон индикации МЭД	от 0.01 мкЗв/ч до 200 мЗв/ч
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД	$\pm(15 + K/\dot{H}) \%$, где $\dot{H}$ — значение МЭД в мЗв/ч, K — коэффициент, равный 0,0015 мЗв/ч
Диапазон измерения плотности потока альфа-излучения	от 15.0 до $10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения альфа-частиц в диапазоне измерения по ^{239}Pu	$\pm(20+A/\varphi) \%$, где φ — измеренная плотность потока альфа-частиц в $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$; A — коэффициент, равный $450 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$

¹ Сайт компании «Радметрон». Рекламные материалы. URL: <https://radmetron.com/ru/product/radionuclide-identification-devices/multipurpose-hand-held-radiation-monitor-identifier-pm1401k-3/#docs> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Характеристика	Значение/Особенности
Диапазон измерения плотности потока бета-излучения	от 6.0 до 10^5 мин ⁻¹ ·см ⁻²
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения бета-частиц по (Sr-90+Y-90)	$\pm(20+A/\varphi)$ %, где φ — измеренная плотность потока бета— частиц в мин ⁻¹ ·см ⁻² , А — коэффициент, равный 60 мин ⁻¹ ·см ⁻²
Диапазон измерения УА (ОА) радионуклида ¹³⁷ Cs в геометрии измерения сосудов Маринелли	от 10^2 до 10^5 Бк/кг (Бк/л)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения УА (ОА) радионуклидов ¹³⁷ Cs	$\pm (30+K/A)\%$, где К — коэффициент, равный 2000 Бк/кг; А — измеренная удельная активность, Бк/кг
Чувствительность дозиметра при измерении УА (ОА) в геометрии сосудов Маринелли	Не менее $3.0 \cdot 10^{-3}$ имп·кг(л)/с·Бк для ¹³⁷ Cs
Диапазон плотности пробы при измерении УА	от 0.2 до 1.6 г/см ³
Энергетическая зависимость относительно энергии 0,662 МэВ (Cs-137) в режиме измерения фотонного излучения	Не более: в диапазоне энергий от 0,015 до 0,045 МэВ ± 40 % в диапазоне энергий от 0,045 до 15,0 МэВ ± 30 %
Диапазон энергий измеряемого фотонного излучения	От 0.015 до 15 МэВ
Диапазон граничных энергий измерения плотности потока бета-частиц	От 0.15 до 3.5 МэВ
Диапазон энергий регистрируемого нейтронного излучения	От тепловых ($0,025 \times 10^{-6}$ МэВ) до 14 МэВ
Тип сигнализации	Визуальная (цветной ЖКИ), звуковая, внешняя вибрационная
Диапазон индикации скорости счета нейтронного излучения	В режиме поиска от 0,01 до 999 с ⁻¹
Диапазон индикации скорости счета при регистрации гамма-, альфа-, бета-излучений в режиме поиска	От 1.00 до $2.7 \cdot 10^5$ с ⁻¹
Чувствительность прибора к гамма-излучению	— для ²⁴¹ Am 200.0 с ⁻¹ /(мкЗв/ч) — для ¹³⁷ Cs 200.0 с ⁻¹ /(мкЗв/ч)
Чувствительность к нейтронному излучению для Pu-α-Be для тепловых нейтронов для Pu-α-Be (при использовании с камерой-замедлителем)	0.09 имп·см ² 4.0 имп· см ² 0.6 имп· см ²
Чувствительность к альфа-излучению (по Pu-239)	0.5 имп· см ²
Количество каналов накопления сцинтилляционных спектров гамма-излучения	1024
Чувствительность к бета-излучению (по Sr-90 + Y-90)	3.5 имп· см ²
Наличие радиоизотопной идентификации	есть

Характеристика	Значение/Особенности
Количество сохраняемых в энергонезависимой памяти сцинтилляционных спектров гамма-излучения	До 1 000
Обмен информацией с ПК	USB
Напряжение питания	3.0 (+ 0,2; минус 0,4) В (два элемента питания типа АА)
Время непрерывной работы прибора	300 ч — в нормальных условиях эксплуатации при использовании подсветки ЖКИ, звуковой и вибрационной сигнализации не более 5 мин/сут
Степень защиты корпуса	IP65
Диапазон рабочих температур	-30 до 50°C
Относительная влажность	До 95 % при 35 °C
Атмосферное давление	От 84 до 106,7 кПа
Прибор прочен к падению на бетонный пол с высоты	0.7 м
Габариты	Не более 262х60х65 мм
Масса	Не более 0.82 кг
Средний срок службы	Не менее 10 лет

Благодаря малогабаритности, герметичности, ударопрочному корпусу и жидкокристаллическому экрану, снабженному люминесцентной подсветкой, приборы могут эксплуатироваться в жестких и неблагоприятных климатических условиях.

Как показывает практика правоохранительных органов, бесконтрольное распространение радиоактивных веществ приводит к тому, что они в некоторых случаях используются для радиационных диверсий — нанесения ущерба здоровью человека. Делается это путем помещения источников ионизирующих излучений вблизи рабочих мест неудобных для инициаторов преступлений лиц или в других точках, в которых упомянутые лица проводят достаточно много времени.

Рассмотренные приборы позволяют решать задачи гласного и негласного обследования территорий, сооружений, помещений, транспортных средств и других объектов на предмет наличия источников ионизирующих излучений. С их помощью также решается задача контроля доз облучения и идентификации изотопов в целях определения природы источника ионизирующего излучения.

5.1.4. Металлоискатели

Металлоискатели используются для поиска опасных объектов, изготовленных из черных и цветных металлов, в различных укрывающих средах. К опасным объектам относятся холодное, огнестрельное, метательное, пневматическое, травматическое оружие, взрывные устройства в металлической оболочке или с металлическими поражающими элементами, а также другие объекты со схожим содержанием металлов.

Кроме того, металлодетекторы применяются для обнаружения запрещенных к несанкционированному проносу металлических предметов, скрываемых под одеждой людей или в их ручной клади. Звуковая и световая сигнализация металлоискателя оповещает оператора о наличии металлических объектов.

В этой группе приборов наибольшее применение нашли индукционные (вихретоковые) металлоискатели. Принцип действия индукционных металлоискателей основан на регистрации вторичного вихревого электромагнитного поля, возникающего при воздействии на металлический инородный предмет переменного или импульсного магнитного поля, которое создается намагничивающей катушкой датчика металлоискателя. При нахождении в переменном магнитном поле металлических предметов внутри них возникает движение электро-

нов по замкнутому контуру — вихревой ток. В свою очередь, вихревой ток создает собственное (вторичное) электромагнитное поле, которое регистрируется приемной катушкой. Таким образом, индукционные металлоискатели позволяют обнаруживать объекты, обладающие электропроводностью и магнитной проницаемостью, по постоянному косвенному сигнальному признаку — вторичному электромагнитному полю.

Индукционные металлоискатели предназначены для обнаружения любых объектов, изготовленных из электропроводящих материалов и скрытых в непроводящей или слабо проводящей (полупроводящей) электрический ток среде. Для обнаружения металлического объекта непосредственного контакта его с металлодетектором не требуется.

В состав любого металлодетектора, как правило, входят четыре основных блока:

- генераторно-усилительный блок с антенной или двумя антеннами — излучающей и принимающей;
- электронный обрабатывающий блок;
- блок вывода информации с индикаторными устройствами;
- блок питания.

Характеристики металлоискателя зависят от технологии обработки сигнала, программного обеспечения и качества материала, применяемого при его изготовлении. Основными техническими характеристиками металлоискателей являются чувствительность, помехоустойчивость и селективность.

Чувствительность металлодетектора определяется наименьшей величиной металлического предмета, который металлоискатель способен обнаружить. На практике для оценки чувствительности пользуются приблизительными данными об объеме предмета или его массе. Современные стационарные металлоискатели имеют чувствительность, достаточную для обнаружения и регистрации наличия черных и цветных металлов массой от 1–2 г.

Помехоустойчивость металлодетектора характеризует способность прибора исключить ложные срабатывания при работе в условиях интенсивных электромагнитных помех.

Селективность металлоискателя определяется вероятностью ложного срабатывания при его настройке на обнаружение металлосодержащих предметов определенной массы.

По условиям применения металлоискатели делятся на следующие две основные группы:

- досмотровые металлоискатели,
- грунтовые металлоискатели.

В свою очередь, к досмотровым металлоискателям относятся:

- стационарные арочные металлоискатели;
- портативные арочные металлоискатели;
- носимые досмотровые металлоискатели.

Стационарные досмотровые металлоискатели

Классические стационарные металлоискатели устанавливаются на границах контролируемых зон безопасности объектов с массовым пребыванием людей и предназначены для пропуска лиц в целях обнаружения у них металлических предметов, размещённых в одежде, обуви или на теле. Такие устройства могут маскироваться под дверные проемы, выполняться в виде кабин или тамбуров, но чаще всего они выполнены в виде арочных или П-образных рамок со звуковой и световой индикацией обнаружения металла. Стационарные металлоискатели подразделяются на арочные, стоечные (с механически не связанными панелями обнаружения, выполненными в виде вертикальных стоек или колонн), имеющие один проход через контрольную зону, а также имеющие два и более проходов через контрольную зону.

Эффективность применения стационарных металлоискателей в значительной мере определяется качеством проведения мероприятий по организации зоны досмотра.

Организация зоны досмотра с применением стационарных металлообнаружителей¹

Перед проведением массового мероприятия необходимо заблаговременно объяснить персоналу особенности работы применяемого металлообнаружителя и определить необходимое количество данного оборудования, исходя из пропускной способности и количества

¹ По материалам ФКУ НПО «СТиС» МВД России.

посетителей. При этом следует иметь в виду, что проход основной массы посетителей начинается за 30–40 мин до начала мероприятия. Необходимо определить предметы поиска и установить требуемую чувствительность металлообнаружителя.

Одной из важнейших задач при организации досмотра является разделение потока людей и замедление их движения до скорости, приемлемой для применения металлообнаружителя. Этого можно добиться путём периодического перекрытия маршрутов движения к металлообнаружителям (применением турникетов и дисциплинарных ограждений, контролем пригласительных билетов перед зоной досмотра и т. п.). При этом для обеспечения надежной работы металлообнаружителя, турникеты должны находиться вне зоны его чувствительности, а дисциплинарные ограждения, установленные вблизи зон чувствительности, не должны иметь возможности покачиваться.

Для увеличения пропускной способности необходимо разделить входные и выходные потоки людей. Вне металлообнаружителя желательно предусмотреть проёмы для прохода лиц с ограниченными возможностями, с колясками, для провоза велосипедов и т. п., так как время восстановления дежурного режима металлообнаружителя после перемещения подобных предметов через зону чувствительности может достигать до 20 с.

Посетитель мероприятия должен быть готов выложить на досмотровый столик предметы, при перемещении которых через зону чувствительности металлоискатель формирует сигнал «Тревога»: телефон, зонт, другие металлические или металлосодержащие предметы, по размерам и массе сопоставимые с оружием. Эту информацию, а также направление движения необходимо довести до посетителей заранее. Возможно, в форме указателей или плакатов.

Если после прохождения посетителя металлообнаружитель сформировал сигнал «Тревога», следует предложить посетителю продолжить досмотр с использованием ручного металлоискателя вне зоны чувствительности металлообнаружителя. Повторный проход через арку металлообнаружителя при большой интенсивности потока посетителей организовывать нецелесообразно, так как при этом существенно увеличивается время досмотра. Как показывает практика, каскадный принцип досмотра с применением стационарного металлообнаружителя плюс ручного металлоискателя позволяет значительно ускорить процесс досмотра, что особенно важно при организации массовых мероприятий.

Современные стационарные металлоискатели, как правило, не ограничиваются функцией поиска металла и представляют собой многофункциональные комплексы, в состав которых могут входить различные подсистемы. Примером подобного многофункционального комплекса служит интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE производства российской компании «Современные Наукоемкие Технологии».

Интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE¹

Интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE (рис. 5.84) интегрирует в едином комплексе следующие функции:

- обнаружение и распознавание наркотических, взрывчатых психотропных и химических веществ;
- обеспечение радиационного контроля;
- детектирование металла;
- визуальный контроль в сочетании с программно-аппаратным комплексом видеоаналитики для биометрического распознавания лиц.

Другими словами, функционал данного комплекса охватывает все темы, уже рассмотренные в данной главе (визуальный контроль, обнаружение и распознавание наркотических, взрывчатых психотропных и химических веществ, а также обеспечение радиационного контроля), текущую тему металлодетекторов, а также тему видеоаналитики с распознаванием лиц, рассмотренную в четвертой главе.

¹ Сайт производителя АО «Современные Наукоемкие Технологии». URL: <https://smartscan.ru/integrated-inspection-complex-smartscan-intellimax-forsite/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.84. Интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE

Дополнительно можно отметить, что интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE (рис. 5.85) оснащен функциями счетчика посетителей и счетчика тревог, обеспечивает цифровой синтез частоты и индикацию на блоке, а также способен функционировать в диапазоне температур от 0 до 55 °С.



Рис. 5.85. Интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE

Кроме того, комплекс сертифицирован в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 г. № 969, устанавливающим обязательную сертификацию средств обеспечения транспортной безопасности.

Тактико-технические характеристики функциональных подсистем интегрированного досмотрового комплекса SmartScan FORSITE приведены в таблицах 5.22–5.25¹.

Таблица 5.22

**Технические характеристики подсистемы обнаружения оружия
и металлических предметов**

Характеристики	Значение/Особенности
Количество зон детектирования	18
Отображение места нахождения обнаруженного предмета на дисплее, встроенном в переключку металлодетектора и на торцах боковых панелей (светодиодные полосы)	Наличие
Степень локализации обнаруженного предмета	Точная
Пропускная способность	60 чел/мин
Диапазон настройки базовой чувствительности	1..100 %
Шаг настройки базовой чувствительности	1 %
Селективность обнаружения черный/цветной металл	Наличие
Возможность выдачи различного по тональности звукового сигнала при обнаружении черного/цветного металла	Наличие
Класс обнаружения в соответствии с ГОСТ Р 53705-2009	4
Класс селективности в соответствии с ГОСТ Р 53705-2009	Г

Таблица 5.23

**Технические характеристики подсистемы обнаружения источников
ионизирующего излучения**

Характеристики	Значение
Категория по ГОСТ Р 51635	IV Пу
Минимальный порог обнаружения 133Ba	140 кБк
Минимальный порог обнаружения 137Cs	170 кБк
Минимальный порог обнаружения 60Co	85 кБк
Частота ложных срабатываний	1/1 000
Классификация обнаруженных источников по степеням опасности	3 степени

¹ Сайт производителя АО «Современные Наукоемкие Технологии». URL: <https://smartscan.ru/integrated-inspection-complex-smartscan-intellimax-forsite/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.24

Технические характеристики подсистемы обнаружения наркотических и/или взрывчатых веществ

Характеристика	Значение/Особенности
Обнаруживаемые взрывчатые вещества бризантные и инициирующие; промышленные и самодельные. В том числе: ТНТ, гексоген, ТЭН, ДНТ, нитроглицерин, ЭГДН, октоген, тетрил, тринитрофенол, аммиачная селитра/АСТД, динитронафталин, ТАТН, ГМТД	
Предел обнаружения по ТНТ	ТНТ 5×10^{-8} г
Функция детектирования следов наркотических средств	Наличие
Функция мониторинга на предмет обнаружения опасных химических агентов в воздухе	Наличие
Идентификация обнаруженного вещества	Наличие
Возможность независимого включения/отключения функций детектирования взрывчатых веществ, наркотических средств, опасных химических агентов	Наличие

Таблица 5.25

Технические характеристики комплекса видеонаблюдения и биометрии

Характеристика	Значение/Особенности
Распознавание	Находит и идентифицирует лица в потоке
Идентификация	Сравнивает найденные лица с загруженной базой данных
Хранение	Сохраняет все распознанные лица
Оповещение	Сигнализирует о найденных совпадениях
Принятие решений	Отдает управляющие команды в СКУД
Аналитика	Позволяет строить и выгружать отчеты

Таким образом, интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE оснащен всеми современными инструментами для обнаружения потенциальных угроз, таких как холодное и огнестрельное оружие, источники радиации, наркотические вещества, взрывоопасные и химические реагенты. Помимо этого FORSITE оснащен системой видеонаблюдения с функцией биометрического распознавания лиц.

Еще одним примером многофункционального комплекса с интегрированной функцией стационарного металлоискателя является система обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21 производства российской компании «Диагностика-М», выпускающей продукцию под торговой маркой ТСНК.

Система обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21^{1,2}

Ключевой особенностью системы обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21 (рис. 5.86) является возможность обнаружения углепластиков

¹ Сайт ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/videkt-sm-21/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

различного назначения, а также раздельное обнаружение дискретных или целостных предметов, выполненных из цветных, чёрных, смешанных металлов и металлической фольги различных типов.



Рис. 5.86. Система обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21

Высокая пропускная способность селективной системы обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21 позволяет повысить надёжность и скорость досмотра посетителей на стационарных контрольно-пропускных пунктах объектов с повышенными требованиями к безопасности.

В состав системы ВИДЕКТ-СМ-21 (рис. 5.87) входят электронный блок и две антенные панели, выполненные из ударопрочного, износостойкого материала. Опционально система может поставляться с тремя антенными панелями для одновременного обеспечения двух контрольных проходов.



Рис. 5.87. Система ВИДЕКТ-СМ-21 с двумя панелями

Технические решения, реализованные в системе обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21, позволяют обеспечить:

- возможность совместной работы неограниченного числа устройств, расположенных в непосредственной близости друг от друга;
- высокий уровень электромагнитной совместимости за счёт пониженных значений уровня электромагнитного излучения;
- адаптацию работы системы для решения конкретных задач благодаря широкому набору селективных программ безопасности;
- гибкую настройку чувствительности по каждому материалу для всех зон обнаружения;
- предотвращение возникновения серьёзных неисправностей и снижение затрат на сервисные работы благодаря системе глубокого самотестирования;
- передачу информации с пульта оператора и вспомогательных внешних устройств по многоканальному защищённому беспроводному интерфейсу.

Система обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21 обладает следующими функциональными особенностями^{1,2}:

- высокая чувствительность и помехозащищённость измерительного блока позволяет выявлять объекты, масса которых не превышает нескольких десятых грамма;
- гибкая селективность программ безопасности позволяет осуществлять достоверное обнаружение запрещённых объектов на фоне игнорируемых предметов личного пользования;
- точная локализация объекта осуществляется благодаря повышенному количеству контрольных зон и многоцветным индикационным полосам, расположенным в торцевых гранях антенных панелей;
- раздельное обнаружение дискретных или целостных предметов, выполненных из цветных, чёрных, смешанных металлов, металлической фольги различных типов, а также из углепластиков различного назначения реализовано с помощью встроенного в систему высокоэффективного классификатора, построенного на основе высокопроизводительных вычислительных модулей и специальных аппаратных решений;
- гласная и негласная индикация факта проноса запрещённого предмета и его расположения на теле посетителя с передачей информации по защищённому радиоканалу на пульт оператора;
- проводная и беспроводная синхронизация системы ВИДЕКТ-СМ-21 со сторонним дополнительным оборудованием: турникетами, шлюзовыми кабинами, автоматическими дверями и другими устройствами, препятствующими свободному движению досматриваемого до завершения процедуры проверки.

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/videkt-sm-21/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Тактико-технические характеристики системы обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21 представлены в таблице 5.26¹.

Таблица 5.26

Тактико-технические характеристики системы ВИДЕКТ-СМ-21

Характеристика	Значение/Особенности
Высота зоны контроля	2 280 мм
Эффективная ширина сквозного прохода	От 700 до 1 020 мм с шагом от 40 мм
Глубина зоны контроля	704 мм
Габаритные размеры (с проходом 704 мм), ШхВхГ	867х2 397х805 мм
Физический принцип	Импульсное возбуждение электромагнитного квазистационарного поля
Скорость движения объектов	0,2–5 м/с
Направление прохода	Реверсивный
Обнаружение тревоги	Свет, звук
Время индикации обнаружения	Программируемое, 1–4 с
Вывод информации, контроль	Графический дисплей с диагональю 110 мм
Количество контрольных областей/зон	33, 48, 55, 63, 80, 105
Расположение индикации	На торцевых частях антенных панелей
Счетчики	Количество проходов и % сигналов тревоги
Доступ к настройкам	Цифровой код (до 10 символов), сканер отпечатка пальца
Базовые программы безопасности	10
Пользовательские программы безопасности	50
Регулировка чувствительности по зонам	100 уровней
Режим автоматической регулировки чувствительности	По тестовым объектам
Диагностика неисправностей	Встроенная, непрерывная с локализацией модуля
Передача информации, интеграция	LAN, Wi-Fi, Bluetooth, USB, программируемые встроенные гальванически развязанные реле
Время готовности после включения	Не более 1 мин
Степень защиты согласно М ЕС-60529, IPP	IP53/IP64/IP65
Температура эксплуатации	От -10 до +50 °С

Опционально система может быть доукомплектована модулями бесконтактного измерения температуры тела, а также подсистемами радиационного мониторинга и распознавания лиц.

¹ Там же.

Носимые (ручные) досмотровые металлоискатели

Ручные металлоискатели применяются для выявления металлических предметов при личном досмотре людей, их вещей и проведении поисковых мероприятий в помещениях. Принцип действия большинства из них основан на гармоническом индукционном (вихретоковом) методе обнаружения металлических объектов. Отличительной особенностью является питание от аккумулятора или батареи, что обеспечивает их автономную эксплуатацию.

Тенденция на multifunctionality справедлива и для носимых досмотровых металлоискателей. В приведенных ниже примерах функция поиска металлических предметов дополнена детекцией гамма-излучения, что позволяет обнаружить при личном досмотре не только оружие, но и радиоактивные источники ионизирующего излучения.

Ручной металлодетектор SmartScan XRD¹

Ручной металлодетектор SmartScan XRD (рис. 5.88) представляет собой multifunctional досмотровый прибор, объединяющий в едином корпусе вихретоковый портативный металлодетектор с микропроцессорной обработкой сигналов и детектор гамма-излучения. В некоторых случаях специализированное программное обеспечение позволяет объединить различные multifunctional устройства в сеть.



Рис. 5.88. Ручной металлодетектор SmartScan XRD

Ручной металлодетектор SmartScan XRD предназначен для поиска и обнаружения металлических предметов при проведении личного досмотра, а также пресечения попыток несанкционированного перемещения источников ионизирующего излучения, таких как ядерные материалы и радиоактивные вещества.

К основным преимуществам ручного металлодетектора SmartScan XRD относятся²:

- одновременный контроль наличия радиоактивных и металлических объектов;
- высокая чувствительность и широкая зона сканирования;
- селекция по размерам объекта;
- высокая помехоустойчивость;
- полная автоматическая настройка;
- защита от внесения изменений в настройку прибора;
- звуковая, световая и бесшумная индикация;
- низкое энергопотребление.

Основные технические характеристики ручного металлодетектора SmartScan XRD представлены в таблице 5.27^{3,4}.

¹ Сайт производителя АО «Современные Научные Технологии». URL: <https://smartscan.ru/hand-held-metal-detector-smartscan-xrd/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ Сайт производителя АО «Современные Научные Технологии». URL: <https://smartscan.ru/hand-held-metal-detector-smartscan-xrd/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ По материалам сайта sls-security. URL: <https://sls-security.ru/equipment/smartscan-model-xrd/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.27

Основные технические характеристики SmartScan XRD

Наименование характеристики	Значение
Характеристики обнаружения металла	
Обнаружительные характеристики: — пистолет, типа «ПМ» — пластина стальная, 100x100x1 мм — батарея «Крона»	— 160 мм — 150 мм — 100 мм
Рабочая частота	50 кГц
Вероятность обнаружения	0,98
Характеристики детектирования гамма-излучения	
Импульсная чувствительность детектора (по Cs137)	200 (имп/с)/(мкЗв/ч)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения (по линии Cs137)	Не более $\pm 30 \%$
Импульсная чувствительность детектора при нормальном фоне: 0.11–0.12 мкЗв/ч	~20 -24 имп/сек
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения	От 0,03 до 3 МэВ
Частота ложных срабатываний в режиме поиска гамма-излучения при радиационном фоне 0,1–0,2 мкЗв/ч	Не более одного срабатывания за 120 мин
Общие характеристики прибора	
Напряжение питания	9 В
Время непрерывной работы	Не менее 400 ч
Габаритные размеры	420x80x30 мм
Масса	0,4 кг
Диапазон рабочих температур	-20...+50°C

Ручной металлодетектор SmartScan XRD соответствует требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 г. № 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности».

Отметим, что к преимуществам оборудования SmartScan можно отнести не только многофункциональность, но и возможность объединения территориально разнесенного оборудования линейки SmartScan в единую сеть с помощью протокола обмена SmartScanNet¹.

Единый протокол обмена данными SmartScanNet позволяет собирать и обрабатывать в режиме реального времени данные, полученные досмотровыми приборами, а также осуществлять централизованное управление устройствами, расположенными на территориально разнесенных пунктах досмотра.

¹ Сайт производителя АО «Современные Наукоемкие Технологии». URL: <https://smartscan.ru/products/#SmartScanNet-Exchange-Protocol> (дата обращения: 01.03.2023).

Досмотровый детектор радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0¹

Еще одним примером multifunctional досмотрового металлоискателя является досмотровый детектор радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0, представленный на рисунках 5.89, 5.90.

Досмотровый детектор радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0 предназначен для обнаружения объектов из цветных и черных металлов, а также радиоактивных и ядерных материалов по их гамма-излучению при проведении личного досмотра, контроле багажа и корреспонденции на досмотровых пунктах. Прибор поставляется на мировой рынок под названием SPHINX VORTEX RD.



Рис. 5.89. Досмотровый детектор «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0



Рис. 5.90. Досмотровый детектор радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0

¹ Сайт производителя ЗАО «СФИНКС». URL: <https://www.sphinx-md.ru/catalog/611РД-20.html> (дата обращения: 01.03.2023).

К достоинствам досмотрового детектора радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0 можно отнести¹:

- одновременный контроль наличия радиоактивных и металлических объектов;
- определение всех типов металлов;
- высокую чувствительность;
- автоматическую настройку чувствительности;
- малое энергопотребление;
- яркую световую и звуковую индикацию обнаружения объекта.

Основные технические характеристики досмотрового детектора радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0 представлены в таблице 5.28².

Таблица 5.28

Основные технические характеристики досмотрового детектора радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0

Наименование характеристики	Значение
Характеристики обнаружения металла	
Чувствительность: — пистолет, типа «ПМ»	200 мм
Рабочая частота	50 кГц
Вероятность обнаружения	0,98
Характеристики детектирования гамма-излучения	
Импульсная чувствительность детектора (по Cs137)	200 (имп/с)/(мкЗв/ч)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения (по линии Cs137)	Не более +30 %
Порог срабатывания по МЭД	0,3 мкЗв/ч
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения	От 0,03 до 3 МэВ
Частота ложных срабатываний в режиме поиска γ — излучения при радиационном фоне 0,1–0,2 мкЗв/ч	Не более одного срабатывания за 10 мин
Общие характеристики прибора	
Напряжение питания	9 В
Время непрерывной работы	Около 120 ч
Габаритные размеры	420x80x30 мм
Масса	0,38 кг
Диапазон рабочих температур	-15...+50°C

Детектор «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0 может применяться в качестве портативного средства обнаружения радиоактивных материалов и металлических предметов из черных и цветных металлов в деятельности служб таможенного контроля и досмотра, специальных

¹ Сайт производителя ЗАО «СФИНКС». URL: <https://www.sphinx-md.ru/catalog/611РД-20.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

подразделений МВД и ФСБ, охранных предприятий, а также на предприятиях ядерно-промышленного комплекса.

Методика досмотра ручным металлодетектором¹

Наиболее эффективная методика досмотра человека ручным досмотровым металлодетектором представлена на официальном сайте производителя ручных металлодетекторов «СФИНКС» (<https://www.sphinx-md.ru/>). Описание методики досмотра человека ручным металлодетектором на примере ручного металлодетектора «СФИНКС» ВМ-611 ВИХРЬ представлено ниже (автор ЗАО «СФИНКС»).

Досмотр человека должен всегда проводиться по одному и тому же алгоритму с соблюдением четкой последовательности действий:

1. Регулярно в течение смены проверяйте работоспособность металлодетектора, поднося его к металлическим предметам, находящимся на Вашем теле (пряжка, часы и пр.). Сканированием со скоростью не более 0.5 м/с поднесите металлодетектор к локальному металлическому предмету. Срабатывание металлодетектора (световая и звуковая сигнализация) на расстоянии в соответствии с паспортом на изделие будет гарантировать, что металлодетектор работает и Вы обеспечиваете эффективный досмотр.

2. Попросите досматриваемого выложить все металлические предметы, которые находятся при нем (ключи, телефон, монеты и др.). Также необходимо, чтобы досматриваемый снял головной убор и, по возможности, крупную верхнюю одежду.

3. Досматриваемый должен располагаться лицом к оператору, ноги — на расстоянии не менее 50 см друг от друга, а руки расставлены в стороны параллельно полу.

4. Начните с верхней части одного из плеч досматриваемого (рис. 5.91). Держите металлодетектор горизонтально и параллельно передней части тела человека. Сканируйте половину передней части тела сверху вниз до стопы, перейдите к другой стопе и продолжайте сканирование другой половины передней части тела в направлении снизу вверх до другого плеча, как показано на рисунке 5.91.



Рис. 5.91. Начало досмотра

¹ Там же.

В случае наличия металлических конструкций в полу рекомендуется проводить сканирование области стоп досматриваемого с сохранением неизменного расстояния от металлодетектора до пола, как это показано на рисунке 5.92.



Рис. 5.92. Сканирование области стоп при наличии металлических конструкций в полу

Обращайте внимание, если длина датчика (активная зона сканирования) металлодетектора меньше половины ширины тела досматриваемого (например, модель тактического металлодетектора ВМ-311), то алгоритм должен быть изменен в сторону увеличения проходов по вертикали со смещением, чтобы вся поверхность тела была в зоне сканирования.

5. Проведите металлодетектором через верхнюю часть плеча и следуйте от плеча в сторону кисти руки. Переместите металлодетектор на нижнюю часть кисти и далее следуйте до подмышечной впадины. Сканируйте боковую часть тела вниз до стопы, переместите сканирующую часть металлодетектора на внутреннюю часть ноги. Продолжайте проводить досмотр снизу вверх с переходом на противоположную ногу, а затем, дойдя до противоположной стопы, перейдите на внешнюю часть ноги и поднимитесь до другой подмышечной впадины. Повторите движения в обратной последовательности, которые Вы проделали с противоположной рукой, как это проиллюстрировано на рисунке 5.93. Обратите внимание на то, чтобы в процессе сканирования не допускались касания тела досматриваемого.



Рис. 5.93. Второй этап досмотра

6. Попросите досматриваемого развернуться на 360°. Алгоритм, который использовался для лицевой части, следует повторить для задней части тела человека в соответствии с рисунком 5.94.



Рис. 5.94. Третий этап досмотра

7. Если требования Вашей методики досмотра (например, ИКАО) предполагают досмотр обуви, ознакомьтесь с рисунком 5.95.



Рис. 5.95. Досмотр обуви

Попросите досматриваемого опереться на стол или любой другой объект и поднять ногу, согнув ее в колене под углом 90°, как указано на рисунке. Просканируйте обувь со стороны подошвы. Повторите то же с другой ногой. При нахождении в обуви металлических супинаторов или других металлических вставок обе ноги должны вызывать одинаковое срабатывание металлодетектора. Наилучшим вариантом досмотра обуви является использование интроскопа.

8. Сканирование головы начните от лобной части и перейдите через верхнюю часть головы к шее. Обогните голову, чтобы вся ее поверхность была отсканирована. Особенное внимание обращайтесь на женщин с пышными прическами. Обратите внимание на то, чтобы в процессе сканирования ручным металлодетектором не допускались касания головы досматриваемого.

Действия оператора при обнаружении металлических предметов¹

Когда металлодетектор выдает сигнализацию об обнаружении металлического предмета и оператор визуально не наблюдает объект обнаружения (он скрыт под одеждой, в волосах и т. п.), следует:

1. Попросить досматриваемого предъявить к контролю объект из области обнаружения для визуального контроля оператором.
2. Провести повторное сканирование области обнаружения.
3. В случае повторного срабатывания металлодетектора вернуться к пункту 1. В случае отсутствия сигнализации при повторном сканировании следует продолжить досмотр согласно методике.

Важным требованием является повторный досмотр той области, в которой был обнаружен и изъят металлический предмет. Помните о том, что досматриваемый может положить телефон, металлическую визитницу или другой объект в карман, а за этим объектом спрятать пистолет, нож или другой запрещенный предмет. Принцип прост: обнаружение — изъятие — визуальный контроль — повторное сканирование места обнаружения объекта и так, возможно, несколько раз до тех пор, пока металлодетектор не будет сигнализировать об обнаружении металлических предметов.

Также обратите внимание на следующую рекомендацию: оператор должен обязательно осуществить визуальный контроль обнаруженного объекта и убедиться, что именно он вызвал срабатывание металлодетектора. Например, если металлодетектор сработал в области запястья, и досматриваемый уверяет, что это часы, которые находятся под рубашкой, то оператор должен попросить человека поднять рукав, чтобы увидеть объект. Если часы крупные, следует попросить снять их и еще раз досмотреть область запястья, если она скрыта одеждой.

Если в составе системы безопасности на объекте используется рамочный стационарный металлодетектор, и он вызвал тревогу при проходе досматриваемого, то вне зависимости от количества контролируемых зон и количества активных зон обнаружения проведите досмотр ручным металлодетектором в соответствии с полным алгоритмом данной методики досмотра. При обнаружении одного объекта не останавливайте процесс досмотра и завершите его в соответствии с описанным алгоритмом.

Как правило, на средней части тела человека, в районе пояса, находятся металлические предметы, такие как пряжки, крупные металлические пуговицы, кнопки или металлические молнии. Если при сканировании передней части досматриваемого происходит обнаружение металлического предмета, то предлагаются два варианта дальнейших действий:

А) Оператор должен попросить досматриваемого оттянуть и повернуть наружу внутреннюю часть пояса и пряжку ремня, если он есть, чтобы оператор смог убедиться в отсутствии металлического предмета за поясом или ремнем.

Б) Оператор должен попросить досматриваемого расстегнуть ремень и отвести пряжку от места срабатывания металлодетектора. Затем оператор должен осуществить повторное сканирование области срабатывания. При дальнейшем обнаружении объекта в указанной об-

¹ Автор ЗАО «СФИНКС». URL: <https://www.sphinx-md.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

ласти в соответствии с законами Российской Федерации должен быть осуществлен персональный досмотр в отдельном помещении.

В тех случаях, когда мощность ручного металлоискателя недостаточна, для обеспечения поисковых мероприятий на территории применяются портативные (переносные) металлоискатели. Складная конструкция переносного металлоискателя имеет малые габариты, максимально облегчена для удобства транспортировки и обеспечивает его использование на объекте в различных условиях эксплуатации. Настройка прибора осуществляется за несколько минут и не требует дополнительного оборудования. Часто такие устройства имеют высокую степень защиты от влаги и пыли, могут быть оснащены устройствами бесперебойного питания и другими дополнительными опциями.

Грунтовые металлоискатели

Грунтовые металлоискатели предназначены для поиска черных, цветных и драгоценных металлов, скрытых в толще почвы (грунта) на различной глубине. По конструкции грунтовые металлоискатели разделяются на классические металлоискатели, представляющие собой закрепленную на штанге поисковую электромагнитную катушку, и пин-пойнтеры, позволяющие точно локализовать место расположения металла в пределах указанной основным прибором области или в извлеченном грунте.

Грунтовый металлодетектор «Сигнум» MFT/MFD 7272M^{1,2}

Металлодетектор «Сигнум» MFT/MFD 7272M (рис. 5.96) предназначен для поиска и идентификации металлических предметов в диэлектрических (сухой песок, дерево и т. п.) и слабопроводящих средах (грунт, кирпичные стены и т. п.).



Рис. 5.96. Металлодетектор «Сигнум» MFT/MFD 7272M

¹ Сайт производителя ООО «фирма «АКА». Инструкция по эксплуатации. URL: <https://aka.2000.ru/7272M.htm> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3)., 2019. — 96 с. С. 19–20.

Металлодетектор «Сигнум» MFT/MFD 7272M представляет собой вихретоковый селективный металлодетектор, работающий по принципу индукционного баланса. Главной отличительной особенностью модели является использование оригинальной программно-аппаратной мультитемпературной технологии (MFT), позволяющей использовать любые датчики вне зависимости от их рабочей частоты типоразмера. Прибор сам производит подстройку под датчик.

«Сигнум» MFT/MFD 7272M использует оригинальную, не имеющую аналогов технологию пространственно-гармонической фильтрации (SFT), позволяющую минимизировать мешающее влияние феррооксидов грунта (минерализация) и, тем самым, значительно улучшить качество идентификации глубокозалегающих и мелких объектов поиска.

К основным функциональным особенностям металлодетектора «Сигнум» MFT/MFD 7272M относятся¹:

- динамический и статический режимы поиска;
- два независимых канала поиска: РВ (реальное время) и КТ (короткий тон);
- программно-аппаратный блок позволяет возбуждать и обрабатывать сигналы в диапазоне от 1,5 до 22 кГц. При этом прибор допускает работу со всеми преобразователями, включая многочастотные;
- не имеющая аналогов технология опосредованной визуализации объектов поиска в виде спектральных географических образов на экране графического высококонтрастного ЖК-дисплея (128х64 точки);
- автоматический компенсатор входного сигнала позволяет реализовать чувствительность тракта до 65 см на 5 коп. СССР (датчик 10DD-7) по воздуху;
- уникальный алгоритм уточняющей идентификации плоских железных объектов (S-алгоритм);
- мгновенно вводимые в работу 4 пользовательских программы поиска и 5 режимов звуковой индикации с возможностью регулировки тонов и границ озвучания;
- автоматический и ручной баланс грунта;
- система автоматической коррекции баланса грунта с регулируемой скоростью подстройки;
- уникальный алгоритм недискриминационного подавления индикации «горячих камней»;
- наличие специальных настроек, позволяющих гибко настраивать прибор под любую поисковую задачу и грунтовые условия.

Как уже упоминалось выше, в металлодетекторе «Сигнум» MFT/MFD 7272M реализованы два независимых канала поиска: канал реального времени (РВ или RT) и канал короткого тона (КТ или ST).

Рассмотрим их подробнее.

Канал РВ является каналом обнаружения и работает в реальном масштабе времени, т. е. звуковая индикация выдается синхронно с перемещением датчика над объектом. Звуковая индикация в этом канале представляет собой однотональный сигнал, громкость и частота которого могут меняться при приближении объекта к датчику. По длительности звука от объекта можно судить о его примерных размерах. Когда сигнал от объекта в канале РВ превышает уровень установленного порогового значения, начинает работать канал КТ.

Канал КТ является каналом идентификации типа объекта. При условии превышения порогового уровня сигнала от объекта происходит его идентификация в канале КТ, затем выдается короткий звуковой сигнал соответствующей тональности, а на экран дисплея выводится географ. Частота короткого тона указывает на тип объекта (высокие тона — цветной металл, низкий тон — черный металл). Количество тонов задается пользователем (по умолчанию — 4 тона для цветных металлов и 1 тон для черного металла).

¹ Сайт производителя ООО «фирма «АКА». Инструкция по эксплуатации. URL:<https://aka.2000.ru/7272M.htm> (дата обращения: 01.03.2023).

Основные технические характеристики металлодетектора «Сигнум» MFT/MFD 7272M приведены в таблице 5.29^{1,2}.

Таблица 5.29

Основные технические характеристики металлодетектора «Сигнум» MFT/MFD 7272M

Характеристика	Значение/Особенности
Максимальная дальность обнаружения металлических предметов (на воздухе, датчик DD Ø260 мм) по каналу КТ: — монета Ø25 мм — каска	— 60 см — 150 см
Диапазон рабочих частот	1.5...22 кГц
Режимы индикации: — звуковая — визуальная	6 режимов (РВ, РВ-М, РВ-М99, РВ-КТ, РВП-КТ, КТП); ЖК дисплей с разрешением 128х64 точки
Режимы поиска	Все металлы; секторная дискриминация с дискретом 2°
Режимы управления	Динамический программируемый; статический с изменяемым порогом
Электропитание	6 элементов питания (тип АА (LR6))
Время непрерывной работы	До 6–7 ч с включенным «Турбо» режимом (для аккумуляторов 2500 мА/ч); до 16–18 ч с выключенным «Турбо» режимом; до 30–40 ч в режиме «Эконом»
Габаритные размеры: — телескопическая штанга — электронный блок — датчик	1 200 мм (макс.); 120х70х115 мм; Ø 260/Ø 380/150х260/240х320/Ø 150 мм
Масса прибора (без батарей)	1400 г (для телескопической штанги); 1160 г (для S-образной штанги)
Диапазон рабочих температур	от -20 до + 50 °С

В варианте исполнения MFD «Сигнум» MFT/MFD 7272M способен выполнять задачи глубинного поиска крупных предметов под поверхностным металлоусором, экранирующим эти цели от других приборов. Способен заменить глубинные приборы с разнесенными датчиками и рамками, при этом обладая большей мобильностью и способностью оперативно переводиться одним нажатием кнопки в режим обычного грунтового поиска. Кроме того, прибор допускает возможность работы в водной среде на глубинах до 2,5 м без погружения электронного блока.

¹ Там же.

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 19–20.

Магнитометры

Для поиска предметов из ферромагнитных материалов в грунте, на его поверхности и в водоемах могут применяться магнитометры. Принцип действия магнитометра основан на фиксации локальных искажений естественного магнитного поля Земли ферромагнитными материалами, например железом.

Магнитное поле Земли в различных точках ее поверхности не одинаково по величине, но является примерно постоянным в ближайших окрестностях точки. Любой ферромагнитный предмет, оказавшийся на поверхности, в грунте или в воде в данной точке, незначительно изменяет величину магнитного поля Земли. Отклонение от обычного для данной местности модуля или направления вектора магнитной индукции поля Земли, обнаруженное с помощью магнитометра, с большой вероятностью указывает на наличие некоторой магнитной неоднородности (аномалии), которая может быть вызвана железным предметом.

В отличие от активных металлоискателей, магнитометр способен обнаружить оружие, боеприпасы и другие изделия из ферромагнитных материалов на большей глубине и обеспечивают независимость результатов от вида укрывающей среды. Принципиальным недостатком магнитометров является невозможность обнаружения с помощью них предметов из цветных металлов. Примером подобного устройства может служить переносной магнитометрический градиентометр «Ось».

Переносной магнитометрический градиентометр «Ось»^{1,2}

Переносной магнитометрический градиентометр «Ось» (рис. 5.97) предназначен для обнаружения ферромагнитных объектов, в том числе невзорвавшихся боеприпасов и других взрывоопасных предметов в земле, воде и под водой посредством регистрации локальных изменений магнитного поля Земли.



Рис. 5.97. Переносной магнитометрический градиентометр «Ось»

Переносной магнитометрический градиентометр «Ось» может использоваться для инженерной разведки, обследования объектов, поисковых мероприятий в рамках гуманитар-

¹ Сайт производителя АО «Группа Защиты-ЮТТА». URL:https://stt-group.ru/goods/Os-perenosnoj-magnitometricheskij-gradientometr-dlya-obnaruzheniya-nevzorvavshihsya-boeprilasov?mod_id=286740997 (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/os/> (дата обращения: 01.03.2023).

ных и специальных операций. Боевое применение переносного магнитометрического градиентометра «Ось» показано на рисунках 5.98, 5.99.



Рис. 5.98. Боевое применение магнитометрического градиентометра «Ось»



Рис. 5.99 Боевое применение магнитометрического градиентометра «Ось»

В зависимости от выполняемой задачи переносной прибор может быть оперативно конфигурирован с возможностью наращивания поисковых возможностей.

К преимуществам переносного магнитометрического градиентометра «Ось» относятся:

- возможность определения глубины залегания и ориентации обнаруженного ферромагнитного объекта с его координатной привязкой;
- возможность интеграции в широкозахватный комплекс обнаружения ферромагнитных объектов;
- глубина обнаружения ферромагнитных объектов до 7 м.

Основные технические характеристики переносного магнитометрического градиентометра «Ось» представлены в таблице 5.30^{1,2}.

Таблица 5.30

Основные технические характеристики переносного магнитометрического градиентометра «Ось»

Характеристика	Значение/Особенности
Принцип действия	Магнитометрический градиентометр
Глубина обнаружения ферромагнитных предметов	До 7 м
Время непрерывной работы	Не менее 8 ч
База поискового элемента	650 мм
Масса изделия в рабочем положении	Не более 2,7 кг

Иногда поиск движущихся ферромагнитных объектов необходимо проводить под водой. Данный вопрос особенно актуален в сфере защиты стратегических гидротехнических сооружений от диверсионных групп, действующих под водой.

Магнитометрическое средство обнаружения подводных пловцов, надводных и подводных плавсредств «НЕПТУН»³

Магнитометрическое средство «НЕПТУН» (рис. 5.100) предназначено для обнаружения пересекающих охраняемый мелководный рубеж вооруженных боевых пловцов и подводных диверсантов, движущихся на ластах или на индивидуальном надводном или подводном средстве передвижения.

¹ Сайт производителя АО «Группа Защиты-ЮТТА». URL: https://stt-group.ru/goods/Os-perenosnoj-magnitometricheskij-gradientometr-dlya-obnaruzheniya-nevzorvavshihsya-boepripasov?mod_id=286740997 (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/os/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 69–70.



Рис. 5.100. Элементы магнитометрического средства «НЕПТУН» и тактика его применения

Основной задачей магнитометрического средства «НЕПТУН» является создание протяженных маскируемых рубежей охраны мелководных участков водной среды, в условиях, когда применения гидроакустических средств обнаружения недостаточно.

Принцип работы магнитометрического средства обнаружения «НЕПТУН», как и рассмотренного выше переносного магнитометрического градиентометра «Ось», основан на регистрации локальных изменений магнитного поля, вызванных присутствием ферромагнитных элементов. Отличие магнитометрического средства обнаружения «НЕПТУН» от градиентометра «Ось» заключается в том, что «НЕПТУН» предназначен для обнаружения перемещающегося ферромагнитного объекта, движущегося под водой. Таким объектом может быть передвигающийся на подводном или надводном плавсредстве боевой пловец, экипированный аквалангом, автоматом для подводной стрельбы, ножом и магнитными минами.

Магнитометрическое средство «НЕПТУН» производится отечественным АО «НПК "Дедал"» и имеет следующие функциональные особенности¹:

- вероятность обнаружения подводных пловцов на малых глубинах до 3 м, где невозможно обнаружение гидроакустическими средствами, составляет не менее 0,95;
- невосприимчивость к влиянию природных факторов, таких как волнение на поверхности, движение рыбы и бревен, разной температуры слоев воды.

¹ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2. С. 69–70.

В состав магнитометрического средства «НЕПТУН» входят кабельный чувствительный элемент и электронный блок. Схема подключения и состав магнитометрического средства «НЕПТУН» представлены на рисунке 5.101.

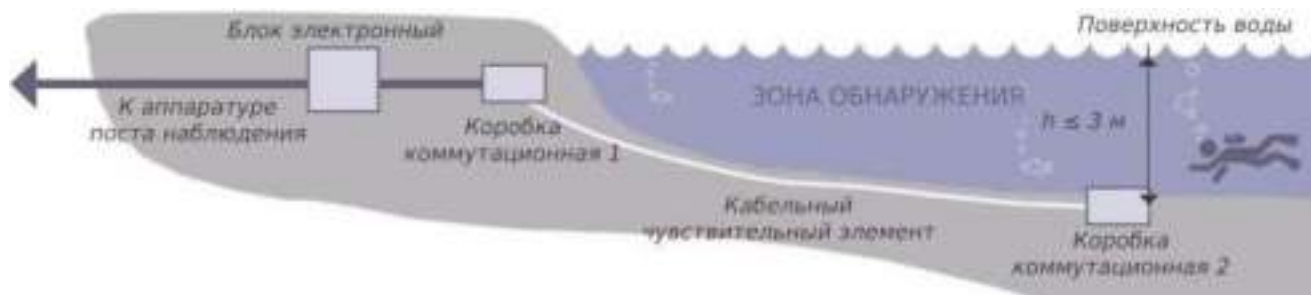


Рис. 5.101. Схема подключения магнитометрического средства «НЕПТУН»

Основные технические характеристики магнитометрического средства «НЕПТУН» приведены в таблице 5.31¹.

Таблица 5.31

Основные технические характеристики магнитометрического средства «НЕПТУН»

Характеристика	Значение
Протяженность рубежа охраны (одним МСО)	До 250 м
Ширина зоны обнаружения, не менее	4 м
Вероятность обнаружения подводных пловцов на глубинах до 3 м	Не менее 0,95
Напряжение питания МСО	10–30 В
Потребляемая мощность МСО	110 мВт
Диапазон рабочих температур	-50 ... +50 °С

Различные образцы детекторов металла позволяют отыскивать любые металлические предметы (прежде всего оружие и боеприпасы) в самых разнообразных условиях обстановки. Исключением является поиск изделий из металла, укрытых в металлических, железобетонных конструкциях и в других проводящих электрический ток средах. Решение этой задачи связано с необходимостью применения других поисковых средств, таких как рентгеновская досмотровая техника.

5.1.5. Рентгеновская досмотровая техника

В рентгеновской досмотровой технике, к которой относятся рентгеновские и рентгеновотелевизионные установки, для обнаружения объектов, находящихся в различных укрывающих средах, используется рентгеновское излучение. Рентгеновское излучение — это коротковолновое электромагнитное излучение с частотой от $3 \cdot 10^{16}$ до $6 \cdot 10^{19}$ Гц и длиной волны 0,005–10 нм. Отметим, что общепризнанного определения нижней границы диапазона рентгеновских лучей в шкале длин волн не существует. Рентгеновский диапазон занимает промежуточное положение между ультрафиолетовыми лучами и гамма-излучением на шкале электромагнитных волн.

В характерной для рентгеновской досмотровой аппаратуры области энергий излучений существуют два механизма взаимодействия рентгеновского излучения с веществом — фотоэлектрический эффект, при котором рентгеновские кванты взаимодействуют с электронами атомных оболочек при прохождении сквозь вещество и комптоновское рассеяние, обусловленное их рассеянием в веществе.

¹ Там же.

Важнейшим параметром рентгеновских установок является чувствительность, которая определяется отображением на экране устройства визуализации тест-объекта в виде эталонной медной проволоочки определённого диаметра. Чувствительность рентгеновских установок определяется интенсивностью рентгеновского излучения и эффективностью его регистрации рентгеновским экраном и зависит от толщины и плотности контролируемого объекта.

Рентгенотелевизионные установки позволяют в режиме реального времени рассмотреть внутреннюю структуру контролируемого объекта, идентифицировать инородные включения или дефекты. Возможности рентгенотелевизионных систем позволяют обнаружить отдельные элементы оружия и взрывных устройств, контейнеры с опасными вложениями и другие запрещенные к провозу предметы.

Современные комплексы досмотровой рентгеновской техники строятся, как правило, на основе цифровых систем приема, преобразования и формирования изображений, которые могут быть реализованы на основе многоэлементных детекторных линеек и детекторных матричных панелей. По принципу построения рентгеновские установки делятся на установки прямого просвечивания и установки на основе обратнорассеянного рентгеновского излучения.

Поскольку рентгеновское излучение, как и гамма-излучение, является ионизирующим излучением, оно оказывает вредное влияние на здоровье человека и окружающую среду. Поэтому в конструкции рентгеновских досмотровых установок и в правилах их эксплуатации предусматриваются защитные меры.

Конструктивно, принято выделять следующие рентгеновские досмотровые устройства: стационарные и мобильные инспекционно-досмотровые комплексы (ИДК), стационарные рентгенотелевизионные установки конвейерного типа (интроскопы), портативные рентгенотелевизионные комплексы и переносные (ручные) рентгеновские сканеры скрытых полостей.

Стационарные инспекционно-досмотровые комплексы

Стационарные ИДК применяются на пунктах пропуска морских и автомобильных грузов для досмотра грузовых и легковых автомобилей, автофургонов, вагонов, а также различных типов контейнеров без их вскрытия. Стационарные ИДК обладают мощностью до 9 МэВ для крупных объектов. К примерам современных отечественных стационарных ИДК можно отнести «Портал-Бета» и «Портал-авто» производства ООО «Диагностика-М» и ИДК СТ-6035 производства компании «Скантроник Системс».

Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035^{1,2,3,4}

Инспекционно-досмотровый комплекс для транспортных средств СТ-6035 разработан на отечественной производственной и элементной базе несколькими предприятиями «Росэлектроники» в кооперации с НИИ ядерной физики МГУ и компанией «Скантроник Системс».

Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035 (рис. 5.102, 5.103) на основе сверхмощного линейного ускорителя электронов предназначен для быстрого и эффективного неразрушающего исследования (интроскопии) большегрузных автомобилей и контейнеровозов на пунктах таможенного контроля в рамках обеспечения транспортной и инфраструктурной безопасности.

¹ Сайт компании «Скантроник Системс». URL:<http://scantronicsystems.com/production/idk-st6035/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт корпорации «Ростех». Инспекционно-досмотровый комплекс: рентген для автомобиля. URL:<https://rostec.ru/innovations/projects/4521468/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ключко И. П. Инспекционно-досмотровые комплексы: современное состояние и перспективы развития // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника» : сборник докладов / под общ. ред. Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — М., 2016. — 148 с. С. 78–79. URL:<http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page1.html> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/dosmotrovaya-tehnika-i-sredstva/st-6035/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.102. Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035



Рис. 5.103. Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035

Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035 — это точный и эффективный инспекционно-досмотровый комплекс с беспрецедентной производительностью и уникальными функциями. СТ-6035 обеспечивает быстрый и эффективный досмотр грузов, перевозимых на автотранспорте с полной загрузкой и получение радиоскопического изображения наивысшего качества.

В отличие от зарубежных образцов, использующих в качестве линейных ускорителей лампы бегущей волны, в СТ-6035 используются мощные СВЧ-клистроны производства холдинга «Росэлектроника», что позволяет превзойти технические характеристики зарубежных аналогов.

Высокая проникающая способность ИДК СТ-6035 позволяет получить информацию о перевозимом грузе без вскрытия контейнера и проведения ручного досмотра. Комплекс способен точно распознавать материалы с проникающей способностью по стали до 400 мм. На эффективность сканирования ИДК СТ-6035 не влияют ни размер и вес автомобилей, ни повышенная плотность загрузки различными видами перевозимых в них товаров.

Например, при проектной пропускной способности не менее 20 транспортных средств в час, ИДК СТ-6035 способен обеспечить досмотр автомобилей, движущихся со скоростью до 70 км/ч. Технологическое оборудование комплекса СТ-6035 имеет возможность работы в режиме глубокой проникающей способности (до 460 мм по стали) для участков объекта с пониженной скоростью сканирования с помощью переключения режимов работы комплекса.

Базовая конфигурация пункта пропуска с ИДК СТ-6035 включает¹:

- контрольно-пропускной пункт на въезде;
- радиационно-защитное сооружение с зоной инспектирования;
- помещения для операторов;
- зону ожидания результата досмотра;
- зону ручного досмотра;
- контрольно-пропускной пункт на выезде.

Процедура досмотра происходит следующим образом:

Автотранспортное средство въезжает в одни ворота досмотрового туннеля, а выезжает через другие. Внутри туннеля находятся рельсы для перемещения передвижной рамы, компоненты которой обеспечивают генерацию рентгеновского излучения. Высота рамы должна быть выше объекта контроля, она составляет 4,8 м. Данные сканирования транспортного средства поступают в компьютерную систему, в которой формируется высококачественное радиоскопическое изображение объекта высокой четкости, которое поступает для анализа оператору изображений.

Дугообразная детекторная линейка комплекса СТ-6035 (рис. 5.104) позволяет получать высококачественное радиоскопическое изображение объекта контроля с минимальными геометрическими искажениями (Российский патент № 149561 с приоритетом от 09.04.2014 г.).



Рис. 5.104. Дугообразная детекторная линейка комплекса СТ-6035

Использование в комплексе клистронного линейного ускорителя электронов с дуплетной модуляцией энергии наряду с инновационным способом детектирования импульсного дуплета (Российский патент № 149560 с приоритетом от 10.07.2014 г.) позволяет получить высококачественное радиоскопическое изображение, а уникальные алгоритмы его обработки обеспечивают достоверное распознавание физического состава 4 групп материалов инспектируемого груза с точностью определения эффективного атомного номера ± 1 в широком диапазоне массовых толщин. Более того, функция Z-recovery ИДК СТ-6035 позволяет восстановить атомный номер

¹ Сайт компании «Скантроник Системс». URL: <http://scantronicsystems.com/production/idk-st6035/> (дата обращения: 01.03.2023).

объекта, перекрытого материалом с неизвестным атомным номером (например, стенками контейнера). Контрастная чувствительность комплекса составляет 0,5%.

Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035 обеспечивает возможность достоверного распознавания материалов различной физической природы, в том числе наркотиков, взрывчатки и тяжелых металлов, таких как свинец и вольфрам, вне зависимости от сложности и плотности укладки груза. Кроме того, благодаря функции X-weight, ИДК СТ-6035 способен осуществлять оценочное взвешивание как всего отсканированного груза, так и его составных частей. ИДК СТ-6035 способен провести контроль массы груза с погрешностью не более 10 %.

Примеры радиоскопических изображений, полученных с помощью комплекса СТ-6035, приведены на рисунках 5.105–5.108¹.

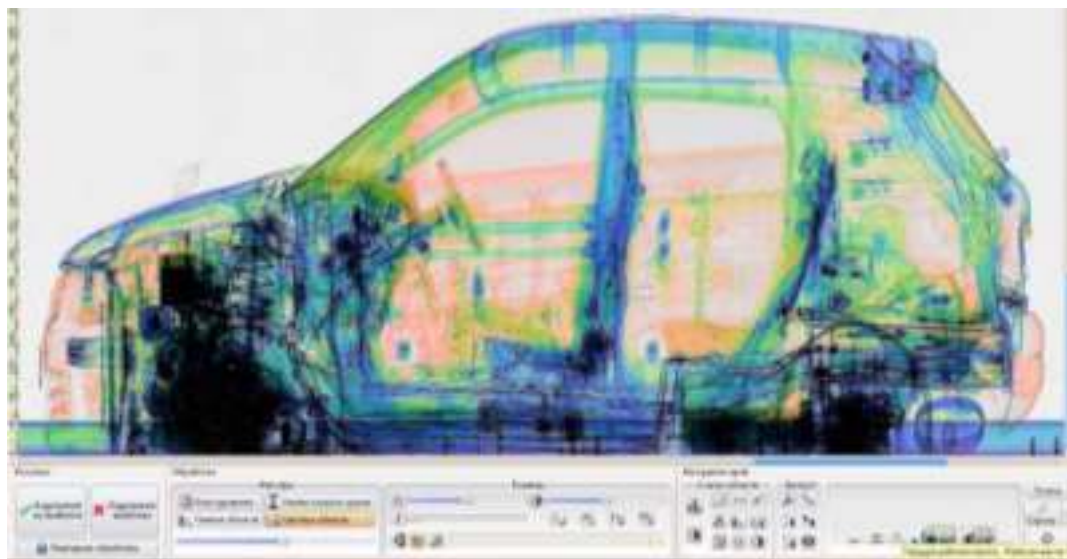


Рис. 5.105. Изображение с высоким разрешением, полученное с помощью инспекционно-досмотрового комплекса СТ-6035

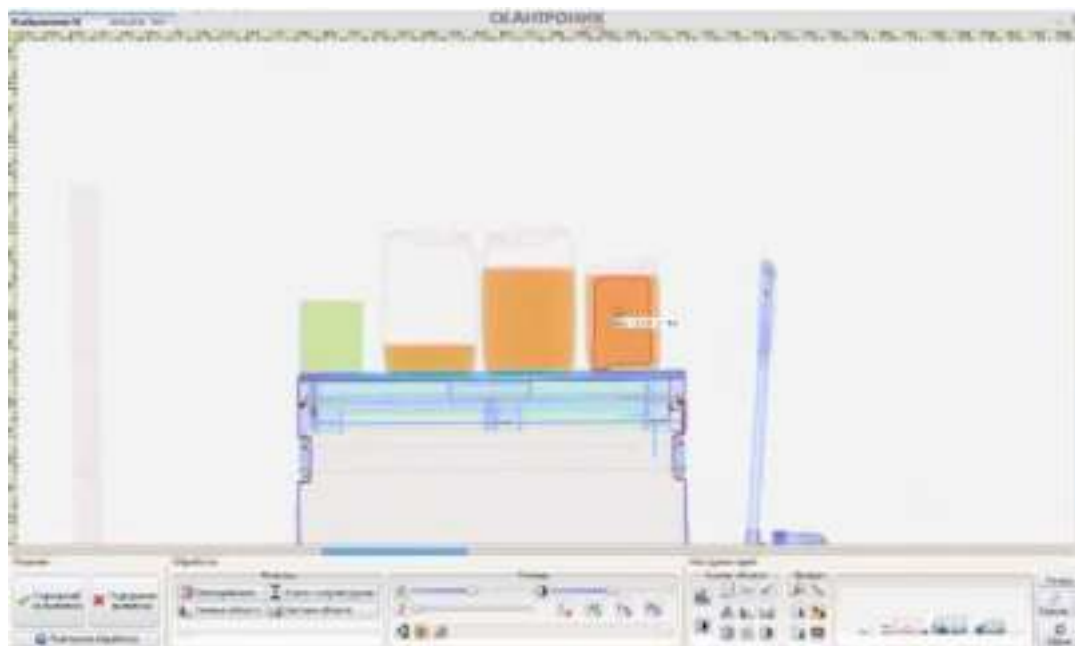


Рис. 5.106. Изображение с высоким разрешением, полученное с помощью инспекционно-досмотрового комплекса СТ-6035

¹ Сайт компании «Скантроник Системс». URL:<http://scantronicsystems.com/production/idk-st6035/> (дата обращения: 01.03.2023).

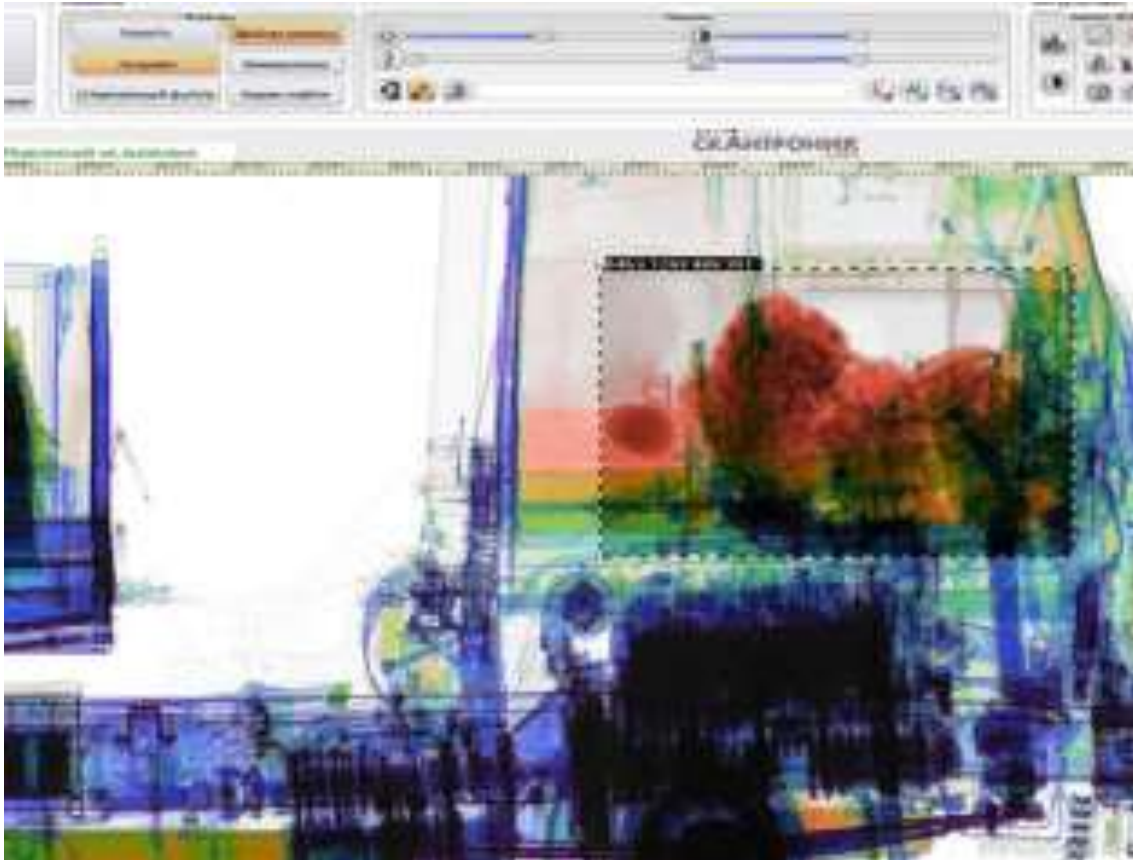


Рис. 5.107. Изображение с высоким разрешением, полученное с помощью инспекционно-досмотрового комплекса СТ-6035



Рис. 5.108. Изображение с высоким разрешением, полученное с помощью инспекционно-досмотрового комплекса СТ-6035

К основным функциям анализа изображений в ИДК СТ-6035 относятся регулировка контрастности, выравнивание гистограммы, гамма-коррекция, нахождение первообразной, сегментация, фильтрация, установка маркеров, разделение групп материалов, определение

атомного номера и веса и определение энергии излучения. Технические характеристики ИДК СТ-6035 приведены в таблице 5.32¹.

Таблица 5.32

Технические характеристики инспекционно-досмотрового комплекса СТ-6035

Подсистемы комплекса	Характеристика	Значение
Установка тормозного фотонного излучения	Энергия пучка электронов	6/3.5 МэВ
	Частота следования импульсов	2х200 Гц
Подсистема обнаружения излучения	Количество датчиков	2 112
	Высота сканирования	До 4,5 м
	Разрядность АЦП	20 бит
Качество изображения	Максимальное проникновение по стали	400 мм
	Чувствительность по проволоке (без преграды)	Ø 0,5 мм
	Контрастная чувствительность	0,5 %
	Диапазон эффективного распознавания материалов	5–140 г/см ²
Пропускная способность и габариты	Пропускная способность	До 25 т.с./ч
	Максимальные габариты т.с. (Д х Ш х В)	20х3х4.5 м
	Вертикальный клиренс системы (просвет передвижной рамы)	4,8 м
Радиационная безопасность	Максимальная доза, поглощаемая объектом за одно сканирование	60 мкЗв
	Годовая доза облучения операторов	Не более 1 мЗв/год
Эксплуатационные характеристики	Режим работы	24/24
	Условия окружающей среды: — для аппаратуры, внутри помещений — для аппаратуры вне помещений	От + 5 до + 45°С; от -45 до +50°С
	Потребляемая мощность	Менее 60 кВА
Компьютерная система	Программное обеспечение	ОС Linux
	Основные функции анализа изображений: регулировка контрастности, выравнивание гистограммы, гамма-коррекция, нахождение первообразной, сегментация, фильтрация, установка маркеров, разделение групп материалов, определение атомного номера и веса, определение энергии излучения	

Большое внимание при разработке ИДК СТ-6035 уделялось радиационной безопасности. Система безопасности комплекса фактически обеспечивает защиту операторов на уровне требований для населения, то есть допускается дополнительная годовая доза не более 1 мЗв.

Кроме того, система мониторинга дает разрешение на включение генератора только при соблюдении мер безопасности и отсутствии блокировок. Например, невозможно включение генерации излучения при открытой двери входа в досмотровый туннель. В помещении операторов комплекса установлен дозиметр гамма— и рентгеновского излучения, который

¹ Сайт компании «Скантроник Системс». URL:<http://scantronicsystems.com/production/idk-st6035/> (дата обращения: 01.03.2023).

дает звуковое предупреждение и отключает генерацию излучения в случае превышения порогового значения.

Для контроля железнодорожных вагонов разработан ИДК СТ-2630Т являющийся модификацией ИДК СТ-6035¹. ИДК СТ-2630Т на базе отечественного линейного ускорителя электронов с частотой повторения до 2 000 Гц позволяет эффективно решать задачи обнаружения взрывчатых и наркотических веществ, оружия, боеприпасов, определять физический состав материалов груза, а также осуществлять оценку веса всего инспектируемого груза и его составных частей на скоростях движения железнодорожного состава до 70 км/час.

Оба комплекса могут использоваться для построения территориально распределенной системы контроля и безопасности с централизованным управлением. Интеграция технологического оборудования ИДК СТ-2630Т, установленного на железнодорожном перегоне, или технологического оборудования ИДК СТ-6035, смонтированного на пункте таможенного контроля, и удаленного центра контроля осуществляется на базе общей информационно-телекоммуникационной сети. Полученные данные накапливаются в единой базе и могут быть использованы в аналитической работе и для повышения квалификации операторов.

Перебазируемые (мобильные) инспекционно-досмотровые комплексы

Мобильные инспекционно-досмотровые комплексы (МИДК) широко используются в органах внутренних дел Российской Федерации для проверки крупногабаритных грузов, автотранспортных средств, железнодорожных и морских контейнеров. МИДК быстро и точно дает оператору комплекса визуальную информацию о внутреннем содержимом объекта. МИДК могут быть выполнены на базе автомобиля, на базе прицепа, а также в виде блок-контейнера, оборудованного системами жизнеобеспечения.

В МИДК, как правило, используются бетатроны (индукционные ускорители) с максимальной энергией излучения 9 мегаэлектронвольт (МэВ).

В состав мобильных инспекционно-досмотровых комплексов входят следующие основные функциональные подсистемы²:

1. Рентгеновский излучатель (техногенный источник ионизирующего излучения, линейный ускоритель) — предназначен для формирования рентгеновского излучения, пригодного для сканирования крупногабаритных объектов.

2. Стрела приема излучения — используется при сканировании контролируемого объекта, который располагается в ее створе. На выдвижной части стрелы размещается линейка приемных детекторов рентгеновского излучения, располагающихся строго напротив коллиматора (щелевой диафрагмы) МИДК. Детекторы необходимы для преобразования в электрический сигнал падающего на них рентгеновского излучения, прошедшего через контролируемый объект. Эти сигналы в дальнейшем преобразуются в цифровой код.

3. Система анализа изображений — позволяет отображать на экранах мониторов рентгеноскопические изображения контролируемых объектов и связанные с ними наборы данных для проведения анализа и принятия соответствующего решения.

4. Система мониторинга и управления — служит для управления функционированием систем, задаёт режимы работы и позволяет наблюдать в режиме реального времени за различными процессами в МИДК.

5. Система амортизации — используется для сведения к минимуму влияния вибрации на аппаратуру рентгеновского излучателя во время движения МИДК при сканировании. Система задействуется только во время сканирования. Представляет собой герметичную «подушку», заполненную до определенного давления воздухом от компрессора, на которой располагается ускоритель.

6. Система аварийной остановки — служит для экстренного выключения линейного ускорителя и остановки движения МИДК при проведении сканирования. Имеет в своем со-

¹ Ключко И. П. Инспекционно-досмотровые комплексы: современное состояние и перспективы развития.

² Материалы ФКУ НПО «СТИС» МВД России.

ставе кнопки аварийной остановки, которые, в случае возникновения или предпосылки возникновения любой аварийной ситуации, может нажать каждый член рабочей смены МИДК.

7. Система радиационной безопасности — используется для сведения к минимуму воздействия рентгеновского излучения на членов рабочей смены МИДК. В состав данной системы входят свинцовые экраны для защиты отсека операторов от излучения, инфракрасные барьеры для защиты рабочей площадки от несанкционированного доступа и радиометр.

Примерами МИДК являются отечественные комплексы «МИДК 9232» на базе автомобиля специального досмотрового и «М-СКАН 9032» на базе автомобильного прицепа.

Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232»^{1,2}

Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232» (рис. 5.109, 5.110) применяется для обследования крупногабаритных грузов, автотранспортных средств, железнодорожных и морских контейнеров в рамках антитеррористических операций, а также для использования при таможенном досмотре для контроля на наличие запрещенных к перевозке веществ и предметов, таких как оружие, боеприпасы, взрывчатые и наркотические вещества.



Рис. 5.109. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232»



Рис. 5.110. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232»

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». Каталог продукции. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/midk-9232/> (дата обращения: 01.03.2023).

«МИДК 9232» показал хорошие эксплуатационные и высокие досмотровые характеристики в процессе опытной эксплуатации на различных объектах Олимпиады в Сочи и при строительстве Крымского моста. Комплекс активно используется не только в России, но и за рубежом. В марте 2019 г. состоялась экспортная поставка «МИДК 9232» производства ООО «Диагностика-М» для Министерства Внутренних дел Республики Мьянма. По своим техническим характеристикам «МИДК 9232» не уступает аналогичным изделиям ведущих зарубежных компаний, а по ряду параметров их превосходит.

В состав мобильного инспекционно-досмотрового комплекса «МИДК 9232» входят^{1,2}:

- досмотровая радиометрическая система;
- установка радиационного мониторинга;
- оборудование модуля операторов с автоматизированными рабочими местами

(рис. 5.111);

- автоматизированная система управления;
- автомобиль специальный досмотровый.

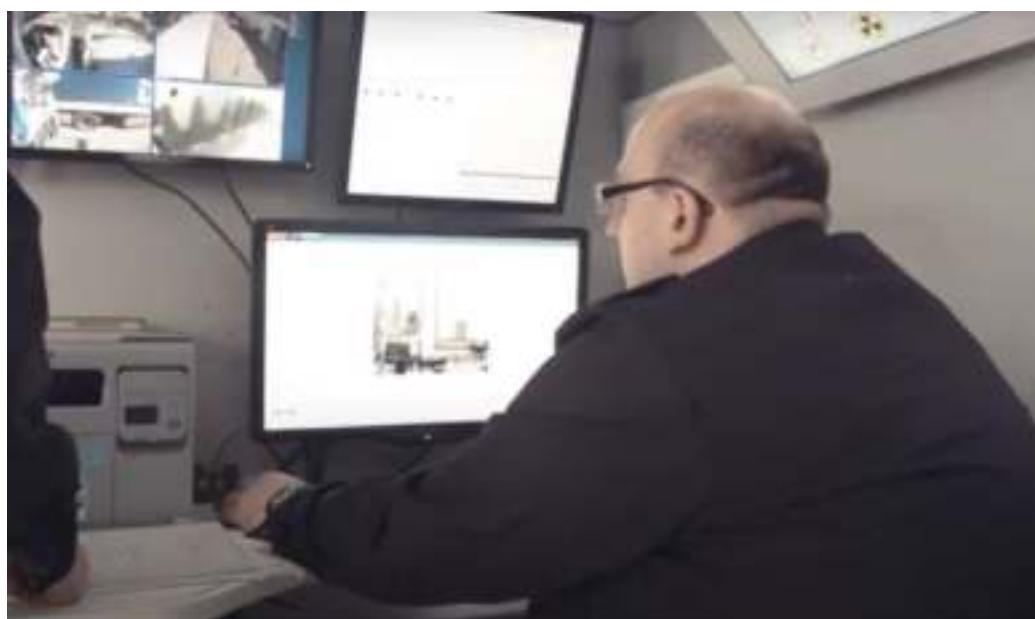


Рис. 5.111. Оборудование модуля операторов с автоматизированными рабочими местами

Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232» способен осуществлять сканирование в мобильном и портальном режимах. В мобильном режиме комплекс перемещается вдоль контролируемого неподвижного транспортного средства. В портальном режиме контролируемое транспортное средство перемещается самостоятельно, а комплекс «МИДК 9232» неподвижен.

К преимуществам МИДК-9232 относятся^{3,4}:

- просвечивание до 345 мм стали;
- распознавание различных групп веществ (органика, неорганика, металл);
- оперативное развертывание комплекса в месте эксплуатации;
- низкое энергопотребление;

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». Каталог продукции. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/midk-9232/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». Каталог продукции. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/midk-9232/> (дата обращения: 01.03.2023).

- низкая стоимость владения;
- максимальная нагрузка на ось в транспортном положении менее 9 т;
- простота в обслуживании.

Стационарные рентгентелевизионные установки конвейерного типа (интроскопы)^{1,2}

Под термином «интроскоп» в общем случае понимают прибор для неразрушающего контроля внутренней структуры объекта. Рентгеновские интроскопы (стационарные рентгентелевизионные установки) используют для контроля внутреннего содержимого инспектируемого объекта рентгеновское излучение, позволяющее получить рентгеноскопическое изображение внутренней структуры объекта без разрушения его структуры. Отметим, что согласно подпункту 39 пункта 1 статьи 12 федерального закона от 04.05.2011 г. № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» деятельность в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих) подлежит лицензированию.

Рентгеновские интроскопы применяются в инспекционно-досмотровых системах и комплексах неразрушающего контроля и в сочетании со специальным программным обеспечением представляют собой мощный инструмент неразрушающего контроля, обладающий возможностями томографического и аналитического оборудования. С помощью рентгеновских интроскопов может быть решен широкий спектр досмотровых задач — от выборочного контроля отдельных предметов и таможенной инспекции грузов и багажа до антитеррористической диагностики.

Рентгеноскопическое изображение внутренней структуры объекта контроля формируется как теневое проекционное изображение данного объекта в проходящих через него рентгеновских лучах. В устаревших рентгентелевизионных интроскопах изображение формировалось только в чёрно-белом формате. В черно-белом изображении материалы с разной плотностью отображались в градациях серого. В современных рентгеновских интроскопах при формировании рентгеноскопического изображения используется множество цветов (рис. 5.112), что позволяет повысить эффективность досмотра путем визуализации внутреннего содержимого контролируемого объекта. Специальное программное обеспечение интроскопа обрабатывает полученное изображение и выступает в роли подсистемы поддержки принятия решения для оператора.



Рис. 5.112. Визуализация материалов различной плотности на рентгеноскопическом изображении современного интроскопа

¹ Сайт АО «Современные Наукоемкие Технологии». URL: <https://smartscan.ru/introsopes-smartscan/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/introsopes/> (дата обращения: 01.03.2023).

В рентгеноскопическом изображении современного интроскопа тёмными цветами обозначаются материалы и предметы с большей плотностью, которые поглощают большее количество излучения, а светлыми цветами — изделия и вещества с меньшей плотностью, поглощающие соответственно меньшее количество излучения. В зависимости от количества получаемых за одно обследование изображений различают одно-, двух- и многопроекционные рентгеновские интроскопы.

Цветовая градация позволяет оператору не только видеть изображение внутренней структуры объекта на мониторе, но и определить содержимое багажа, посылки или груза. Благодаря специальному программному обеспечению интроскопа, проекция потенциально опасных или запрещённых предметов и веществ на экране монитора будет иметь специфическую окраску. Визуализация потенциально опасных объектов позволит оператору принять обоснованное решение о более детальном изучении внутреннего содержимого контролируемого объекта или о физическом вскрытии досматриваемого объекта.

К важнейшим параметрам рентгеновского интроскопа (рентгенотелевизионной установки) относятся¹:

1. Предполагаемая область применения.

При решении антитеррористических задач основной задачей интроскопа является выявление различных взрывчатых веществ, легковоспламеняющихся жидкостей и любого вида оружия. При этом на разных объектах в роли оружия могут выступать как пистолет или нож, так и обычные маникюрные ножницы. Для обнаружения контрабанды и предотвращения хищений с режимных предприятий интроскоп должен иметь функциональные возможности по выявлению определенных предметов по форме и материалу, из которого он изготовлен.

2. Размеры инспектируемых объектов.

Размер входного тоннеля интроскопа должен обеспечивать свободное прохождение инспектируемых предметов по ленте. Для аэропорта ориентиром для определения размера входного тоннеля служат максимальные размеры допущенного к перевозке багажа, а для пункта досмотра — размеры повседневных сумок.

3. Проникающая способность.

Параметр проникающей способности интроскопа характеризуется максимальной толщиной стали, при которой интроскоп способен отобразить внутреннее содержимое инспектируемого объекта. Проникающая способность интроскопов зависит от мощности генератора рентгеновского излучения и в стандартном варианте составляет от 24 до 32 мм с возможностью ее увеличения до 55 мм и выше. При недостаточной проникающей способности интроскоп не сможет определить наличие взрывчатых веществ в толстой металлической коробке и отобразит только темно-синий объект, не вызывающий подозрения.

Следует обратить внимание на регулярное проведение технического обслуживания интроскопа, чтобы предотвратить падение проникающей способности интроскопа, которая со временем ухудшается.

4. Разрешающая способность.

Разрешающая способность интроскопа характеризует минимальный размер предмета, который может определить интроскоп. Разрешающая способность интроскопа играет важную роль при распознавании мелких высокотехнологичных предметов, таких как микросхемы, печатные платы, тонкие провода, украшения и т. п. В качестве критерия для определения разрешающей способности интроскопа используется минимальный диаметр медной проволоки, которую интроскоп способен детектировать и отобразить на экране монитора. Чем меньше диаметр медной проволоки, тем выше разрешающая способность интроскопа.

5. Скорость досмотра (пропускная способность интроскопа).

¹ Сайт АО «Современные Наукоемкие Технологии». URL: <https://smartscan.ru/introscopes-smartscan/> (дата обращения: 01.03.2023).

Стандартный интроскоп, применяемый в аэропортах, имеет пропускную способность до 250 объектов багажа в час. Для обеспечения требуемой пропускной способности могут одновременно использоваться несколько приборов.

Наряду с техническими характеристиками интроскопа, пропускная способность обслуживания зависит от квалификации персонала и интервалов их непрерывной работы. При расчёте пропускной способности необходимо учитывать естественное падение внимания оператора со временем.

6. Количество источников излучения.

Конвейерные интроскопы выпускаются с одним или двумя источниками рентгеновского излучения, позволяющие анализировать досматриваемые предметы в одной или двух плоскостях. С одной стороны, приборы с двумя источниками излучения дороже, но с другой стороны, обладая картинкой изучаемого объекта в двух проекциях, оператор может быстрее оценить содержимое на предмет опасности или ценности на вынос в случае режимного предприятия.

В качестве примера отечественных интроскопов можно привести интроскопы для досмотра конвейерного типа серии ТС-СКАН и неконвейерного типа серии КАЛАН производства ООО «Диагностика-М», а также однопроекционные и двухпроекционные интроскопы конвейерного типа серии SmartScan XR производства АО «Современные Научные Технологии».

Для современных рентгеновских интроскопов для досмотра ручной клади в целом и для интроскопов SmartScan серии XR в частности, характерны следующие функциональные особенности¹:

1. Формирование высококачественного рентгеновского изображения.

Интроскопы SmartScan серии XR поддерживают 3-цветовую, 7-цветовую и непрерывную цветовые палитры окрашивания инспектируемых объектов. Высокая контрастная чувствительность позволяет эффективно распознавать органические вещества. Наличие двух источников рентгеновского излучения позволяет изучать содержимое досматриваемого предмета в двух проекциях.

2. Автоматическое детектирование оружия и других опасных объектов.

Все потенциально опасные объекты выделяются на мониторе оператора красными рамками, что значительно сокращает вероятность пропуска данных объектов оператором. В отличие от интроскопов иностранного производства, все опции по обнаружению и выделению опасных объектов входят в комплект и базовую стоимость интроскопов SmartScan.

3. Широкие возможности мгновенной обработки рентгеновского изображения.

Для обработки рентгеновского изображения могут использоваться преобразование в чёрно-белое изображение, инверсия, ручная гамма-коррекция, увеличение объектов, отображение только органических или неорганических веществ, усиление границ объектов, оптимизация контраста, отображение объектов с заданной плотностью, автоматическая архивация изображений и т. п.

4. Эргономичное рабочее место оператора интроскопа.

Для рабочего места оператора характерна простота в управлении и настройках, а также полностью русскоязычный интерфейс. Кроме того, предусмотрена возможность установки сенсорных мониторов, что позволяет эксплуатировать интроскоп без использования стандартного пульта управления.

5. Встроенный контроль состояния системы.

Информация о техническом состоянии ключевых элементов прибора не только доступна оператору в режиме реального времени, но и может быть записана на носитель для передачи в службу поддержки. Кроме того, предусмотрена защита от удаленного взлома интроскопа потенциальными злоумышленниками.

6. Быстрый запуск и возможность мгновенного выключения интроскопа.

¹ Сайт АО «Современные Научные Технологии». URL:<https://smartscan.ru/introscopes-smartscan/> (дата обращения: 01.03.2023).

С момента включения прибора до полной готовности системы к работе проходит не более 30 с. Также в интроскопах SmartScan реализована возможность мгновенного выключения интроскопа без риска нарушения целостности системы, что позволяет отказаться от использования источника бесперебойного питания. Система автоостановки конвейера на инспектируемом багаже позволяет исключить операцию ручного пуска и остановки ленты.

7. Безопасность использования интроскопа.

Современные интроскопы абсолютно безопасны для человека, так как конструкция интроскопа не допускает проникновения рентгеновского излучения за пределы его корпуса. Поэтому операторы не используют во время работы защитные костюмы. Потенциально опасными для человека являются вход и выход в туннель интроскопа. Для исключения негативного влияния рентгеновского излучения вход и выход туннеля интроскопа защищены специальными шторками, в составе которых присутствуют полимеры и тяжелые металлы, экранирующие рентгеновское излучение. Досматриваемым неодушевлённым предметам, включая продукты питания и косметику, рентгеновское излучение не причиняет никакого вреда.

Интроскоп конвейерного типа SmartScan XR 100100D¹

Интроскоп SmartScan XR 100100D (рис. 5.113) используется в аэропортах с большим потоком пассажиров для эффективной проверки негабаритного багажа. Данная модель также используется на пунктах таможенного досмотра. Дополнительная буква «D» (Dual) в конце обозначает двухпроекционную модель.



Рис. 5.113. Интроскоп SmartScan XR 100100D

Интроскопы SmartScan XR 100100D соответствуют требованиям транспортной безопасности в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 г. № 969.

¹ Там же.

Основные технические характеристики интроскопа SmartScan XR 100100D представлены в таблице 5.33¹.

Таблица 5.33

Основные технические характеристики интроскопа SmartScan XR 100100D

Наименование характеристики, единица измерения		Значение/Особенности
Количество источников излучения		2
Масса		Не более 1 250 кг
Габаритные размеры	длина	3 700 мм
	ширина	1 600 мм
	высота	1 800 мм
Размеры окна туннеля	ширина	1 015±5 мм
	высота	1 015±5 мм
Параметры питающей сети	количество фаз	Однофазная сеть общего назначения
	напряжение	220 В ± 15 %
	частота	50/60 Гц
	максимальная потребляемая мощность	1,2 кВт
Максимальная распределённая нагрузка на конвейер		Не более 220 кг
Скорость перемещения конвейера		0,23 ± 0,03 м/с
Обнаружительная способность (минимальный диаметр медной проволоки, детектируемой изделием), мм, не менее	нормальный режим работы 0,1	Режим повышенной проникающей способности 0,08
Пространственное разрешение (пар линий на мм)		1,0 (0,5) мм
Проникающая способность		Не менее 32 мм
Производительность досмотра		Не менее 180 ед. в час

Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040^{2,3}

Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040 (рис. 5.114) предназначен для обеспечения безопасности на транспорте, стратегических объектах и контрольно-пропускных пунктах учреждений.

¹ Там же

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/introsopes/ts-scan6040/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.114. Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040

Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040 сканирует досматриваемый груз в одном или двух ракурсах, что повышает выявляемость опасных или запрещенных предметов. При помощи многоракурсного сканирования оператор способен различать специально укрываемые опасные предметы, в том числе тонкослойные взрывные заряды.

Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040 оснащен функциями анализа изображения в режиме реального времени, имеет улучшенную систему распознавания материалов, а также функцию автоматического выделения подозрительных областей.

Основные технические характеристики интроскопа конвейерного типа ТС-СКАН 6040 представлены в таблице 5.34¹.

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/introsopes/ts-scan6040/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.34

Основные технические характеристики интроскопа конвейерного типа ТС-СКАН 6040

Характеристика	Значение/Особенности
Размер туннеля (ШхВ)	610×410 мм
Максимальные габариты объекта (ШхВ)	600х400 мм
Высота конвейера от пола	649 мм (648 мм для двухракурсной установки)
Скорость конвейера	0,2 м/с
Максимальная равномерная нагрузка на конвейер	150 кг
Разрешение (по проволоке)	Гарантированно 38 AWG (0,1 мм) типично 40 AWG (0,08 мм)
Проникающая способность (сталь)	35 мм
Максимальное/рабочее напряжение	160/140 кВ
Максимальный/рабочий ток	1,0/0,7 мА
Цикл работы	Круглосуточный
Количество лучей (ракурсов)	1 или 2
Потребляемая мощность	1,35 кВт
Габаритные размеры (ДхШхВ)	2000х830х1230 мм 2000х1080х1230 мм для двухракурсной установки
Масса	Не более 580 кг

Отметим, что интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040 обладает эргономичной концепцией обслуживания с программируемыми приоритетными клавишами и может применяться в составе автоматизированного комплекса контроля ручной клади и багажа.

Портативные рентгентелевизионные комплексы и переносные (ручные) рентгеновские сканеры скрытых полостей

Портативные рентгентелевизионные комплексы применяются в органах внутренних дел для оперативного осмотра в полевых условиях строительных конструкций, почтовой корреспонденции, багажа, мебели, бытовых предметов и других объектов на наличие взрывных устройств и контейнеров с опасным содержимым.

Образцами портативных рентгентелевизионных комплексов, построенных на основе метода проникающего излучения, являются «Норка» и «Шмель-240ТВ». Примерами рентгеновских комплексов в основе функционирования которых лежит метод обработки обратно рассеянного излучения являются рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс» и сканер ручной рентгеновский «Ватсон». Основное отличие рентгеновских комплексов на основе метода регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения заключается в обеспечении возможности проведения рентгеновского осмотра внутренней структуры объекта с односторонним доступом.

Рентгентелевизионные комплексы на основе метода проникающего излучения Портативная рентгентелевизионная установка «Норка»^{1,2}

Портативная рентгентелевизионная установка «Норка» (рис. 5.115) предназначена для проведения рентгеновского обследования внутреннего содержимого упаковок, почтовой корреспонденции, багажа, мебели и различных предметов в целях выявления опасных предметов и веществ.



Рис. 5.115. Портативная рентгентелевизионная установка «Норка»

Портативная рентгентелевизионная установка «Норка» является универсальным высокопроизводительным инструментом для проведения рентгеновского исследования внутренней структуры различных объектов в полевых и в стационарных условиях. Рентгентелевизионная установка «Норка» обеспечивает быстрое развёртывание на месте обследования, оперативность в работе и возможность работы от аккумуляторной батареи. Установка проста в эксплуатации и не требует от оператора специальных знаний в области рентгеновского контроля.

Пример использования портативной рентгентелевизионной установки «Норка» в полевых условиях показан на рисунке 5.116.

На рисунке 5.116 справа расположен рентгеновский излучатель с изменяемым анодным напряжением серии РИ, входящий в состав рентгентелевизионной установки «Норка». Слева расположен сменный преобразователь ПР со сменным блоком камеры СКБ. В качестве источника рентгеновского излучения используется микрофокусный рентгеновский аппарат с регулируемым анодным напряжением.

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/norka/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.116. Использование портативной рентгентелевизионной установки «Норка» в полевых условиях

За счет малых размеров фокусного пятна появляется возможность геометрического увеличения отдельного участка контролируемого объекта в целях выявления более мелких деталей. При применении специальной магнитной фокусирующей системы возможно выявлять медные проволоочки диаметром до 25 мкм.

Рентгентелевизионная установка «Норка» может использоваться также для промышленного неразрушающего контроля, например при дефектоскопическом обследовании технических систем. Кроме того, «Норка» может эффективно использоваться для выявления деталей с очень тонкой структурой, в том числе для выявления скрытно установленных устройств съема информации в элементах мебели, строительных конструкциях и оборудовании.

Пример использования рентгентелевизионной установки «Норка» для выявления устройств съема информации показан на рисунке 5.117.



Рис. 5.117. Пример использования рентгентелевизионной установки «Норка» для выявления устройств съема информации

Принцип работы рентгентелевизионной установки «Норка»

В рентгентелевизионной установке «Норка» полностью исключен традиционный фотографический процесс обработки рентгеновских фотоплёнок. Теневое оптическое изоб-

ражение образуется на экране преобразователя при прохождении через контролируемый предмет потока рентгеновского излучения, источником которого является рентгеновский излучатель. Это изображение считывается камерой и записывается в цифровом виде на носитель в блоке управления. Далее, после цифровой обработки и фильтрации, изображение внутренней структуры исследуемого объекта выводится на экран блока управления.

Основные технические характеристики портативной рентгентелевизионной установки «Норка» представлены в таблице 5.35^{1,2}.

Таблица 5.35

Основные технические характеристики портативной рентгентелевизионной установки «Норка»

Характеристика	Значение
Ресурс батареи	До 60 снимков (Pb-аккумулятор); до 120 снимков (Li-ion-аккумулятор)
Производительность контроля	До 60 снимков/час
Диапазон рабочих температур	20°C +50°C (-5°F +122°F)
Допустимая влажность	90% (при 35°C или 95°F)
Масса установки в транспортной упаковке	29 кг (в стандартной комплектации Норка-160)

При построении портативной рентгентелевизионной установки «Норка» использован модульный принцип. В состав комплекта могут входить различные излучатели, преобразователи и блоки управления, что позволяет гибко конфигурировать комплекс в зависимости от специфики решаемой задачи.

В состав портативной рентгентелевизионной установки «Норка» входят:

- рентгеновский излучатель с изменяемым анодным напряжением серии РИ;
- сменный преобразователь — ПР;
- сменный камерный блок — СКБ (для ПР2026, ПР3040, ПР3445 и ПР4256);
- блок управления, обработки и отображения — БУ;
- комплект, обеспечивающий беспроводную работу системы (опционально);
- дополнительное оборудование (сетевой блок питания 110/240 V, аккумуляторный блок питания в комплекте с зарядным устройством, устройство биологической защиты, штативы, транспортные сумки и т. д.).

Излучатели рентгентелевизионного комплекса «Норка»

В состав рентгентелевизионного комплекса «Норка» могут входить излучатели РИ-150МН, РИ-120 и РИ-160. Все применяемые рентгеновские аппараты позволяют плавно регулировать высокое напряжение для достижения наилучшей выявляемости посторонних включений при контроле объектов разной толщины. Для импульсных аппаратов с фиксированной энергией излучения, таких как «Шмель», это невозможно. Ресурс рентгеновской трубки составляет не менее 300 ч, что позволяет сделать до 150 000 снимков.

В качестве рентгеновского излучателя может применяться микрофокусный аппарат РИ-150МН, который позволяет получать изображения отдельных областей контролируемого объекта с большим геометрическим увеличением (4...12 раз) без ухудшения качества изоб-

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/norka/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

ражения. Рентгеновские излучатели рентгентелевизионного комплекса «Норка» представлены на рисунке 5.118.



Рис. 5.118. Рентгеновские излучатели рентгентелевизионного комплекса «Норка»

Конструкция излучателя позволяет производить замену рентгеновской трубки без применения специального вакуумного оборудования. В излучателях могут использоваться трубки с торцевым, панорамным и боковым выходом пучка излучения. Технические характеристики излучателей рентгентелевизионного комплекса «Норка» представлены в таблице 5.36^{1,2}.

Таблица 5.36

Технические характеристики излучателей рентгентелевизионного комплекса «Норка»

Характеристики излучателей рентгентелевизионного комплекса «Норка»	Излучатели рентгентелевизионного комплекса «Норка» и значения их характеристик		
	РИ-150МН	РИ-120	РИ-160
Режим работы рентгеновского аппарата	Повторно-кратковременный с длительностью экспозиции от 8 до 20 с*		
Максимальное анодное напряжение	150 кВ	120 кВ	160 кВ
Размер фокусного пятна	0,08 мм	0,6 мм	0,8 мм
Проникающая способность по А1**	80 мм	90 мм	120 мм

* для излучателей РИ-120 и РИ-160 возможна поставка дополнительной системы охлаждения, которая обеспечивает максимальное время экспозиции до 720 с;

** чувствительность по канавочному эталону не менее 5%.

Применение рентгеновских излучателей с изменяемым в широких пределах анодным напряжением позволяет проводить исследование предметов различной плотности и выбирать модель излучателя, исходя из поставленных задач.

Преобразователи рентгентелевизионные

В состав рентгентелевизионного комплекса «Норка» входят преобразователи ПР2026, ПР3040, ПР3445, ПР4256, ППР4664 и ПД3543. При этом непосредственно в ком-

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/norka/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

плект поставки могут входить один, два либо несколько преобразователей. Применение конкретного преобразователя обусловлено габаритами контролируемого объекта и требуемым пространственным разрешением.

Со сменными преобразователями ПР2026, ПР3040, ПР3445 и ПР4256, которые входят в состав рентгентелевизионного комплекса «Норка», используется сменный блок телекамеры СКБ-5. Сменный блок телекамеры оснащен ПЗС-матрицей размером 1280×1024 пикселей и может использоваться со всеми преобразователями ПР2026, ПР3040, ПР3445 и ПР4256. Масса СКБ-5 составляет 1,3 кг. Внешний вид преобразователей ПР3040, ПР3246 и ПД3543 приведен на рисунке 5.119.



Рис. 5.119. Преобразователи ПР3040, ПР3246 и ПД3543

Технические характеристики преобразователей рентгентелевизионных комплекса «Норка» приведены в таблицах 5.37, 5.38^{1,2}.

Таблица 5.37

**Технические характеристики преобразователей ПР
рентгентелевизионного комплекса «Норка»**

Технические характеристики преобразователей рентгентелевизионного комплекса «Норка»	Преобразователи рентгентелевизионного комплекса «Норка» и значения их характеристик			
	ПР2026	ПР3040	ПР3445	ПР4256
Рабочее поле (ШхВ)	200х260 мм	300х400 мм	340х450 мм	420х560 мм
Тип преобразователя	Рентгеноскопический			
Глубина оцифровки	14 бит	14 бит	14 бит	14 бит
Дальность связи по беспроводному каналу с дополнительным модулем беспроводной связи	50 м	50 м	50 м	50 м
Минимальный диаметр выявляемой медной проволоки	0,05 мм	0,05 мм	0,06 мм	0,06 мм
Пространственное разрешение	2,7–2,8 пар линий/мм	1,8–2,5 пар линий/мм	1,6–2,3 пар линий/мм	1,4–1,6 пар линий/мм
Масса	1,9 кг	3,2 кг	5,8 кг	4,6 кг

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/norka/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.38

**Технические характеристики преобразователей ППР4664, ППР4632
и ПД3543 комплекса «Норка»**

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	ППР4664/ППР4632	ПД3543
Рабочее поле (ШхВ)	320х460 мм	356х427 мм
Тип преобразователя	Сканирующий	Матричный
Глубина оцифровки	16 бит	14 бит
Производительность	До 6 снимков/мин	До 8 снимков/мин
Дальность связи по беспроводному каналу	До 50 м	50 м
Минимальный диаметр выявляемой мед- ной проволоки	0,06 мм	0,05 мм
Пространственное разрешение	1,4 пар линий/мм	3,4 пар линий/мм
Масса	7/5,5 кг	3,2 кг
Габаритные размеры (ДхШхВ)	454×468×33 (59) мм	383х460х15,5 мм

Блок управления

Рентгентелевизионный комплекс «Норка» может комплектоваться различными блоками управления, которые отличаются размерами монитора и емкостью носителя. Блок управления комплекса «Норка» представлен на рисунке 5.120.



Рис. 5.120. Блок управления рентгентелевизионного комплекса «Норка»

Основные технические характеристики блока управления комплекса «Норка» приведены в таблице 5.39^{1,2}.

Таблица 5.39

Технические характеристики блока управления комплекса «Норка»

Характеристика	Значение/Особенности
Блок управления	Ноутбук-трансформер
Размер экрана (диагональ)	от 11 до 17 дюймов
Объем памяти	30 000 снимков

Благодаря использованию уникальных рентгеновских аппаратов постоянного потенциала с изменяемой энергией излучения возможно получение высококачественных рентгеновских изображений с разделением веществ в соответствии с их типом и автоматическим выделением подозрительных областей на изображении. Пример рентгеноскопического изображения с автоматическим выделением опасных объектов и веществ приведен на рисунке 5.121.

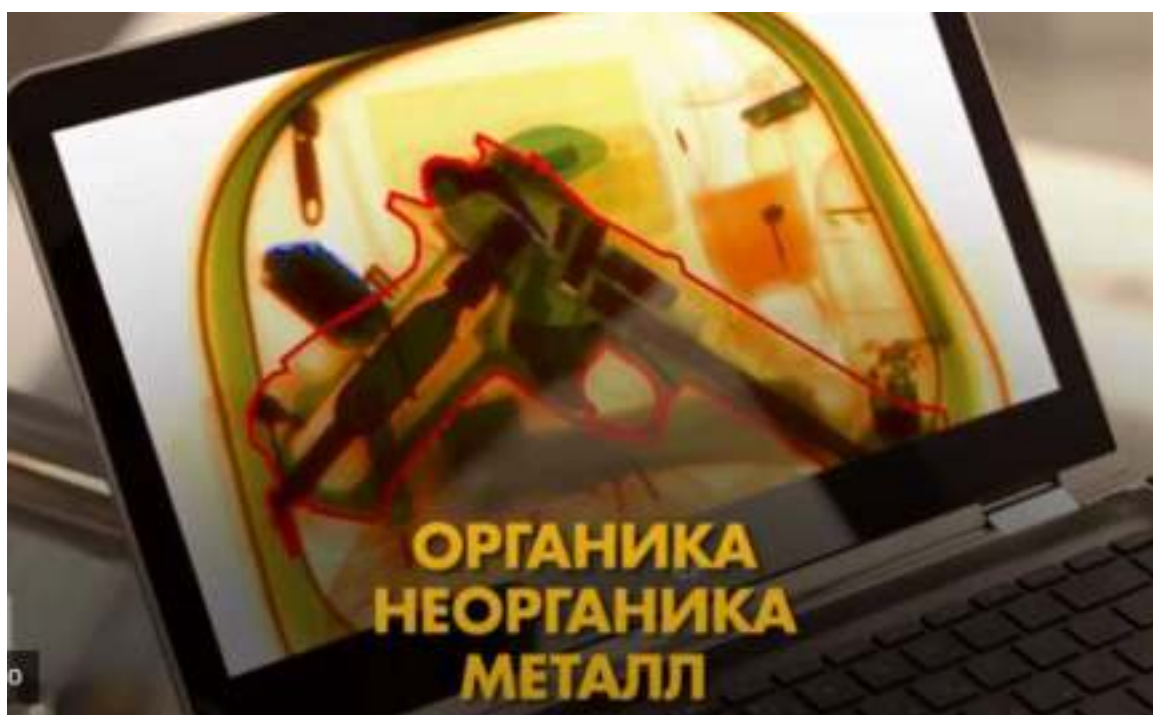


Рис. 5.121. Пример рентгеноскопического изображения с автоматическим выделением опасных объектов и веществ

С помощью программного обеспечения блока управления полученное изображение может быть архивировано (до 30 000 изображений), улучшено, представлено в позитивном, негативном, псевдоцветном и дополнительно проконтрастированном виде. Использование разных цветов для отображения опасных предметов и веществ значительно облегчает работу оператора. Кроме того, на экране могут быть измерены размеры этих предметов.

Рентгенотелевизионная установка «Норка» получила сертификат соответствия требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 г. № 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспе-

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL:<https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/norka/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М. URL:https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

ния транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности» с изменениями на 17.04.2021 г. Согласно данному постановлению, с 2017 г. все объекты транспортной безопасности (железнодорожные вокзалы, аэропорты, ТПУ, морские и речные порты и переправы, метрополитен и т. д.) должны оснащаться исключительно сертифицированным оборудованием, которое должно соответствовать требованиям постановления правительства № 969.

Портативная рентгентелевизионная установка «Шмель-240ТВ»^{1,2}

Еще одним образцом портативного рентгентелевизионного комплекса, построенного на основе метода проникающего излучения, является отечественная рентгентелевизионная установка «Шмель-240ТВ» (рис. 5.122). Основным отличием установки «Шмель-240ТВ» от установки «Норка» является использование рентгеновского аппарата с фиксированной энергией излучения.

К преимуществам рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» относятся:

- высокая просвечивающая способность;
- широкий угол излучения;
- работа в автономном режиме не менее 3,5 ч;
- возможность получения стереоизображения.



Рис. 5.122. Портативная рентгентелевизионная установка «Шмель-240ТВ»

В состав рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» входят^{3,4}:

1. Рентгеновский аппарат (рис. 5.123 слева) и рентгенооптический преобразователь (рис. 5.123 справа). Устройства размещены в легких армированных сумках.

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/2> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/shmel240tv_2014_oktyabr_rus.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/2> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/shmel240tv_2014_oktyabr_rus.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.123. Рентгеновский аппарат и рентгенооптический преобразователь рентгенотелевизионной установки «Шмель-240ТВ»

2. Блок управления и обработки изображения (рис. 5.124) размещен в герметичном ударопрочном кейсе. Встроенный компьютер размещен на амортизирующей платформе.



Рис. 5.124. Блок управления и обработки изображения со встроенным компьютером

3. Оригинальное программное обеспечение.

4. Встроенные аккумуляторные батареи для обеспечения автономного электропитания составных частей комплекса «Шмель-240ТВ».

5. Сетевые зарядные устройства для аккумуляторных батарей.

6. Гибкие морозостойкие кабели для межблочных соединений.

Рентгенотелевизионная установка «Шмель-240ТВ» предназначена^{1,2}:

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/2> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/shmel240tv_2014_oktyabr_rus.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

- для досмотра багажа и транспортных средств в целях обнаружения оружия, наркотических веществ, взрывных устройств и контрабандных товаров;
- для досмотра сувениров, входящей корреспонденции, посылок и бандеролей;
- для поиска устройств съема информации в помещениях (стены, мебель, офисная техника, средства связи).

Примеры использования рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» приведены на рисунках 5.125–5.127.



Рис. 5.125. Использование рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» для досмотра транспортных средств



Рис. 5.126. Использование рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» для досмотра потенциально опасных объектов



Рис. 5.127. Использование рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» для поиска устройств съема информации в помещениях

Технические характеристики основных элементов рентгентелевизионной установки «Шмель-240ТВ» приведены в таблицах 5.40–5.42^{1, 2}.

Таблица 5.40

Технические характеристики блока управления и обработки изображения

Характеристика	Значение/Особенности
Типовое время получения изображения	5 с
Разрешение файла изображения	720x576 пикс
Функции обработки изображения	0,5–5-кратное масштабирование изображения; плавная регулировка яркости и контраста; масштабная сетка; негатив-позитив; псевдораскрашивание; «рельеф»; нелинейная фильтрация; стереоизображение; область интереса (ROI)
Емкость базы данных	Не менее 100 000 кадров со звуковым сопровождением
Масса, включая катушку с кабелем 25 м/50 м	10,8/11,6 кг
Габаритные размеры	480x176x357 мм
Температура эксплуатации	0 ... +40°C (-10 ... +50°C кратковременно)

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/2> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/shmel240tv_2014_oktyabr_rus.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.41

Технические характеристики аппарата рентгеновского «Шмель-240А»

Характеристика	Значение
Напряжение на рентгеновской трубке	240 кВ
Просвечивающая способность по стали	50 мм
Масса	9,8 кг
Габаритные размеры	420x112x226 мм
Температура эксплуатации	-30 ... +50 °С

Таблица 5.42

Технические характеристики рентгенооптического преобразователя

Характеристика	Значение
Зона контроля	240x320 мм
Разрешающая способность	0,1 (0,08) мм по стальной проволоке
Масса	5,8 кг
Габаритные размеры	352x185x392 мм
Температура эксплуатации	-30 ... +50 °С

При всех достоинствах рентгенотелевизионных установок, формирующих изображения объектов в проходящих лучах, они обладают одним существенным недостатком, который заключается в том, что для получения рентгеноскопического изображения внутренней структуры исследуемого объекта к нему должен быть обеспечен двухсторонний доступ. Эта особенность накладывает существенные ограничения на применение рентгенотелевизионных установок на основе метода проникающего излучения. Данный недостаток преодолен в рентгеновских комплексах с регистрацией обратно рассеянного рентгеновского излучения (ОРРИ), которым достаточно иметь односторонний доступ к объекту для исследования его внутренней структуры.

Рентгеновские комплексы с регистрацией обратно рассеянного излучения

В деятельности органов внутренних дел Российской Федерации существует необходимость поиска различных предметов в скрытых полостях без разрушения конструкций или демонтажа емкостей, а также проведения негласного поиска опасных предметов, представляющих оперативный интерес. Данные задачи могут быть успешно решены с помощью рентгеновских комплексов с регистрацией обратно рассеянного излучения.

Рентгеновские комплексы с регистрацией обратно рассеянного излучения позволяют формировать изображение укрытых средой предметов при одностороннем доступе. При облучении укрывающей среды рентгеновскими лучами, обладающими небольшой энергией, эти лучи будут проникать сквозь среду и отражаться (рассеиваться) теми предметами, которые находятся в ней. Лучи, рассеиваемые материалами различной плотности, обладают разной энергией. Эта разность энергий используется приёмниками (детекторами) рентгеновского излучения для формирования изображений укрытых средой предметов. Особенностью таких сканеров является относительно небольшая мощность рентгеновского излучения, так как не требуется преодоления лучами всей толщи укрывающей среды с находящимися в ней предметами. Весьма важным является и то обстоятельство, что обследование объекта может осуществляться при одностороннем доступе к нему, так как приёмник (детектор) лучей находится с той же стороны, что и генератор. Примером подобного устройства является рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс».

Рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс»^{1,2}.

Важнейшим преимуществом рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс» (рис.5.128) является возможность проведения рентгеноскопии оптически непрозрачных объектов с односторонним доступом к поверхности, в том числе негласной. Результаты контроля документируются в электронном виде и отображаются на дисплее портативного компьютера.



Рис. 5.128. Рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс»

Основными сферами применения рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс» являются^{3,4}:

- оперативный досмотр ручной клади (сумки, чемоданы, саквояжи, коробки, кейсы), багажа и посылок в целях обнаружения оружия и взрывчатых веществ;
- спецпроверка помещений в целях обнаружения взрывных устройств и устройств съема информации;
- оперативный досмотр транспортных средств.

Кроме того, рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс» может использоваться для негласного обследования подозрительных лиц в целях обнаружения оружия, взрывчатых и радиопередающих устройств, скрытых в одежде, на теле или в личных вещах. В этом случае комплекс камуфлируется под наплечную сумку и позволяет получить изображение различных предметов.

Рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс» представляет собой легкую переносную конструкцию с небольшими габаритами, в состав которой входят следующие компоненты^{5,6}:

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/14> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/fenix_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/14> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/fenix_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/14> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/fenix_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

- сканирующее устройство, которое размещается в легкой армированной сумке, служащей транспортно-эксплуатационным кофром;
- портативный компьютер с кофром (сумкой);
- программное обеспечение комплекса на CD;
- встроенные источники электропитания.

Сканирующее устройство, размещенное в армированной сумке, и портативный компьютер с кофром (сумкой) из состава рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс» представлены на рисунке 5.129.



Рис. 5.129. Сканирующее устройство в армированной сумке и портативный компьютер из состава рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс»

Пример исследования содержимого портфеля, оставленного у стены, с помощью устройства досмотра полостей «Феникс» приведен на рисунке 5.130.



Рис. 5.130. Исследование содержимого портфеля, оставленного у стены, с помощью рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс»

В подобной ситуации рентгентелевизионные установки на основе метода проникающего излучения совершенно неприменимы, поскольку для получения рентгеноскопического изображения внутренней структуры объекта им требуется двусторонний доступ.

Рентгеноскопические изображения, полученные в результате применения рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс», приведены на рисунках 5.131, 5.132^{1,2}.

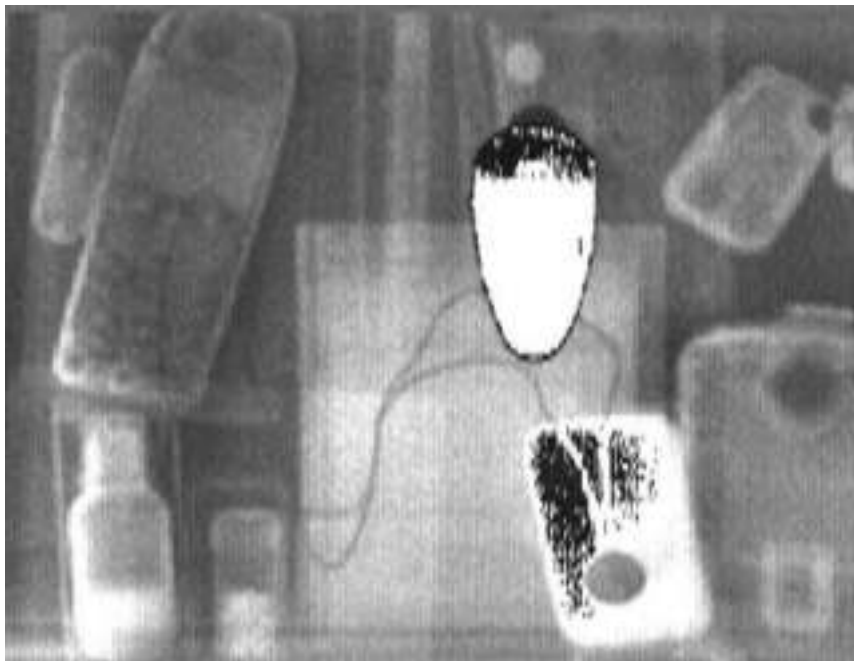


Рис. 5.131. Рентгеноскопическое изображение содержимого портфеля

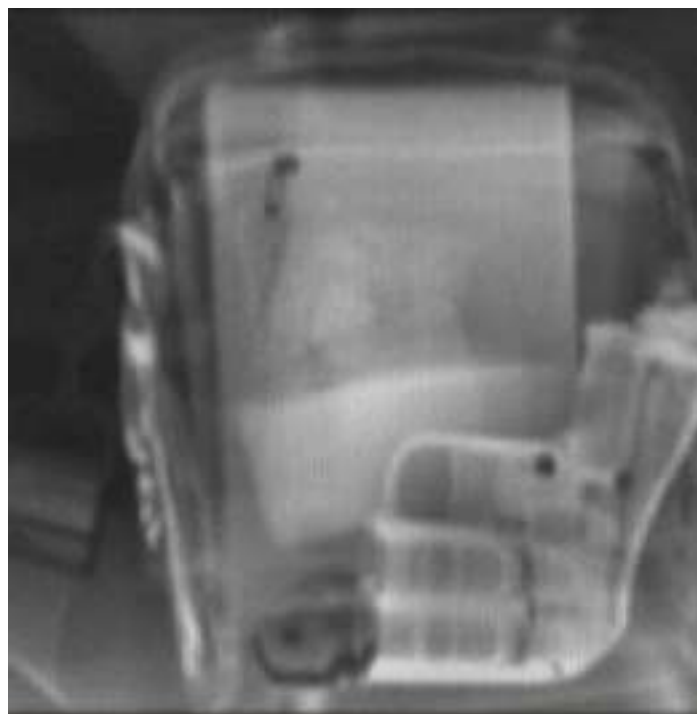


Рис. 5.132. Рентгеноскопическое изображение пистолета в сумке

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/14> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/fenix_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Технические характеристики рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс» приведены в таблице 5.43^{1,2}.

Таблица 5.43

Технические характеристики рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс»

Характеристика	Значение
Время получения изображения (режим нормального/улучшенного качества)	5/20 с
Разрешение по одиночному проводу (медь, железо)	0,5 мм
Предельная толщина стенки (пластик, дерево, ДСП)	45 мм
Предельная толщина стенки (гипсокартон)	24 мм
Предельная толщина стенки (кирпич)	15 мм
Предельная толщина стенки (сталь)	1 мм
Масса сканирующего устройства	13,6 кг
Масса компьютера портативного (в зависимости от модели)	1,5–2 кг
Габаритные размеры сканирующего устройства	431x350x190 мм
Температура эксплуатации	-20 ... +50 °C

Ручной рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон»^{3,4}

Ручной рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон», в основе которого лежит принцип регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения, обеспечивает проведение досмотра оптически непрозрачных и скрытых полостей с односторонним доступом. Однако в отличие от рентгеновского устройства досмотра полостей «Феникс», которое позволяет получить рентгеноскопическое изображение внутренней структуры исследуемого объекта, оператор рентгеновского сканера «Ватсон» ориентируется при проведении досмотра на численные значения обратно отраженного рентгеновского излучения, демонстрируемые на дисплее устройства. Кроме того ручной рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон» позволяет различать вложения по объему и плотности благодаря широкому динамическому диапазону, а также предоставляет возможность проведения мониторинга гамма— и нейтронного излучения.

Сканер скрытых полостей «Ватсон» представлен на рисунке 5.133. При досмотре устройство сканирующее и аккумулятор располагаются на поясе оператора (рис. 5.133 справа), а при транспортировке и хранении сканер с комплектом принадлежностей размещаются в легкой армированной сумке (рис. 5.133 слева).

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/14> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/fenix_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/4> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/vatson_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.133. Ручной рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон»

Основные конструктивные элементы рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» представлены на рисунке 5.134.



Рис. 5.134. Основные конструктивные элементы рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон»

Рентгеновский сканер «Ватсон» оснащен малогабаритным рентгеновским источником излучения с анодным напряжением 50 кВ. Для регистрации рассеянного рентгеновского излучения в приборе используется сцинтилляционный детектор. Пучок излучения направляется на сканируемую поверхность через коллиматор. При сканировании плотных веществ пучок рентгеновского излучения расходится на 60° , а при сканировании веществ с низкой плотностью — на 40° . Установка режима осуществляется с помощью переключателя фильтра. Кнопка включения активируется только при условии поворота ключа включения электропитания в замке.

На дисплее отображаются численные значения обратно отраженного рентгеновского излучения, позволяющие оператору сделать вывод о наличии вложений в исследуемой поло-

сти. Сканирование может осуществляться в абсолютном и относительном режимах. Одним из преимуществ ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» является высокая скорость досмотра — на проверку колеса требуется 10 с.

Дополнительно в состав ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» входят 2 автономных источника питания, зарядное устройство 12 В, кофр эксплуатационный и комплект ЗИП.

К основным областям применения ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» относятся^{1,2}:

— поиск оружия, наркотических и взрывчатых веществ, а также контрабандных вложений в оптически непрозрачных и скрытых полостях транспортных средств таких как двери, сиденья, бензобаки, колеса, стенки кузовов автотранспорта, технологические люки авиатранспорта, полки, пространство за внутренней обшивкой пассажирских железнодорожных вагонов и т. д;

— поиск устройств съема информации в помещениях (стены, мебель, двери).

Примеры использования ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» для проведения досмотра оптически непрозрачных и скрытых полостей транспортных средств с односторонним доступом приведены на рисунках 5.135–5.137.



Рис. 5.135. Использование ручного рентгеновского сканера «Ватсон» для проведения досмотра колеса

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/4> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/vatson_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.136. Использование ручного рентгеновского сканера «Ватсон» для проведения досмотра колеса



Рис. 5.137. Использование ручного рентгеновского сканера «Ватсон» для проведения досмотра полостей железнодорожного вагона

Результаты применения ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» показаны на рисунках 5.138, 5.139.



Рис. 5.138. Наркотические вещества, обнаруженные с помощью рентгеновского сканера «Ватсон» в колесе транспортного средства



Рис. 5.139. Контрабандные вложения за обшивкой транспортного средства, обнаруженные с помощью рентгеновского сканера «Ватсон»

Основные технические характеристики ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон» представлены в таблице 5.44^{1,2}.

Таблица 5.44

Основные технические характеристики ручного рентгеновского сканера скрытых полостей «Ватсон»

Характеристика	Значение
Толщина преграды, за которой выявляется объект массой 10 г и плотностью 0,5–2,0 г/см ³ (дерево/алюминий/сталь)	40/10/1,0 мм
Предельная толщина преграды, позволяющая проводить поиск (дерево/алюминий/сталь)	50/12/1,5 мм
Максимальная глубина досмотра	300 мм
Скорость сканирования	10 см/сек
Масса сканирующего устройства/ пояса с аккумулятором	2,4/1,8 кг
Габаритные размеры устройства сканирующего	323x173x71 мм
Температура эксплуатации	-30 ... +50°C

Наряду с исследованием внутреннего содержимого различных объектов путем формирования высококачественного рентгеноскопического изображения или регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения в целях выявления опасных предметов и веществ рассмотренные выше портативные рентгеновские и рентгентелевизионные установки, используемые органами правопорядка, применяются для выявления деталей с очень тонкой структурой. К подобным объектам могут быть отнесены скрытоустановленные радиоэлектронные устройства, предназначенные для негласного съема информации.

Задача поиска активных и неактивных скрытоустановленных радиоэлектронных и электромеханических устройств является крайне важной в условиях высочайшего уровня развития современной микроэлектроники. Практические аспекты поиска и выявления средств несанкционированного получения информации, а также методические рекомендации в области организации и осуществления мероприятий по подготовке и проведению работ по выявлению данных устройств подробно изложены в книге Г. А. Бузова «Выявление специальных технических средств несанкционированного получения информации»³.

В данной книге наряду с характеристиками основных поисковых приборов, в том числе многофункциональных нелинейных локаторов, состоящих на вооружении органов внутренних дел, исчерпывающе рассмотрены практические и теоретические аспекты проведения поисковых мероприятий на объекте.

¹ Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:<http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/4> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». URL:http://www.flashel.ru/pdf/vatson_rus_oktober2015.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Бузов Г. А. Выявление специальных технических средств несанкционированного получения информации. — М.: Горячая линия — Телеком, 2019. — 204 с., ил.

5.1.6. Многофункциональные нелинейные локаторы

Принцип действия нелинейного локатора^{1,2}

Многофункциональные нелинейные локаторы применяются при проведении поисковых и досмотровых мероприятий для обнаружения любых скрытоустановленных радиоэлектронных устройств, находящихся как в активном, так и в выключенном состоянии, в различных укрывающих средах, в качестве которых могут выступать различные строительные конструкции, элементы интерьера помещений и автомобилей, а также подозрительные объекты на открытой местности.

Нелинейный локатор представляет собой устройство, в состав которого входит антенная система, передатчик и два приемника, настроенные на удвоенную и утроенную частоты зондирующего сигнала передатчика. Принцип действия нелинейного локатора состоит в облучении объекта поиска зондирующим высокочастотным электромагнитным колебанием повышенной мощности и в последующем приеме и сравнительном анализе откликов объекта на удвоенной (2-я гармоника) и утроенной (3-я гармоника) частотах, прием которых осуществляют два приемника, настроенные на соответствующие частоты.

Способность локатора обнаруживать объекты, содержащие электронные компоненты, основана на нелинейных свойствах полупроводников. Любые радиоэлектронные устройства состоят из печатных плат с проводниками (антеннами), к которым подключены полупроводниковые элементы: диоды, транзисторы, микросхемы, представляющие для высокочастотного зондирующего сигнала локатора набор нелинейных отражателей.

В результате облучения мощным высокочастотным сигналом на этих антеннах наводятся переменные ЭДС. Элементами с нелинейной вольт-амперной характеристикой они преобразуются в высокочастотные сигналы, кратные частоте зондирования (гармоники), переизлучаемые в пространство. Переизлученный сигнал поступает на вход приемников локатора, настроенных на частоты гармоник 2-го и 3-го порядка.

По критерию наличия в спектре принимаемого сигнала 2 и 3-й гармоник частоты собственного передатчика устанавливается факт присутствия в зоне зондирования скрытого радиоэлектронного устройства, независимо от того, находится ли оно во включенном или выключенном состоянии. Превышение уровня 2-й гармоники зондирующего сигнала над 3-й с высокой степенью вероятности свидетельствует о наличии в зоне облучения полупроводниковых элементов искусственного происхождения. В случае существенного превышения уровня 3-й гармоники над 2-й гармоникой наиболее вероятным источником сигнала является естественный коррозионный нелинейный отражатель типа металл-окисел-металл (МОМ).

Однако данный критерий не всегда справедлив, так как иногда у естественного образования МОМ 2-я гармоника может оказаться выше 3-й. В таких случаях целесообразным может оказаться дополнительный спектральный анализ 2 и 3-й гармоники (или ЧМ демодуляция отклика 2/3-й гармоники) при одновременном физическом воздействии на объект поиска. У нелинейных объектов естественного происхождения при физическом воздействии (простукивании) ширина спектра 2/3-й гармоники увеличивается, в то время как у искусственных объектов она практически не меняется.

Уровни принимаемых сигналов могут отображаться графически или индицироваться в головном телефоне в виде тонального сигнала, уровень громкости которого пропорционален уровню принятого сигнала.

Важнейшим параметром нелинейного локатора с точки зрения поисковых возможностей является диапазон частот зондирующего сигнала. Области применения нелинейных ло-

¹ Бельчиков А. В., Орлов В. С. «Лорнет Стар» — нелинейный локатор нового поколения // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов / под общ. ред. Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — М., 2016. С. 25–28 URL:<http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page25.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». URL:<http://www.elvira.ru/ru/productions/nljd-general/nljd-lornet-star/> (дата обращения: 01.03.2023).

каторов в зависимости от используемого диапазона зондирующего сигнала представлены в таблице 5.45¹.

Таблица 5.45

Области применения нелинейных локаторов в зависимости от используемого диапазона зондирующего сигнала

Диапазон частот зондирующего сигнала	Достоинства диапазона	Недостатки диапазона	Область применения нелинейного локатора
900 МГц	Возможность работы во влажных и плотных (бетон и пр.) средах	Плохое обнаружение маломерных (около 1 см ³) нелинейных элементов	Работы на открытой местности, проверки строительных конструкций, в том числе при высокой влажности
2 400 МГц	Хорошее обнаружение, в том числе и маломерных (около 1 см ³) нелинейных элементов	Из-за эффекта отражения нецелесообразно использование во влажной среде	Поисковые работы в офисных помещениях, досмотр предметов интерьера, посылок, автомашин и людей
3600 МГц	Узкая диаграмма направленности (16°) параболической антенной системы локатора обеспечивает пространственную селекцию цели	Из-за эффекта отражения нецелесообразно использование во влажной среде	Использование в антитеррористических мероприятиях для дистанционного анализа подозрительных предметов. Поисковые работы в помещениях с большим количеством легальной электроники

Использование диапазона 2 400 МГц позволяет обнаруживать нелинейным локатором малогабаритные бескорпусные диктофоны, которые являются одними из самых опасных средств, приводящих к утечке конфиденциальной информации без нарушения уголовного кодекса. В качестве универсального теста эффективности обнаружения нелинейным локатором, работающим в этом диапазоне, обычно используют SIM-карту, которую можно обнаружить с расстояния нескольких десятков сантиметров.

Нелинейный локатор с зондирующим сигналом в диапазоне частот 3 600 МГц способен обнаружить SIM-карту мобильного телефона с расстояния не менее 1 м и может выступать в роли антитеррористического технического средства, предназначенного для проверки подозрительных сумок на наличие электронных элементов или компонентов радиовзрывателей на расстоянии от 3 до 7 м. Кроме того, нелинейный локатор в данном диапазоне обнаруживает полупроводниковые элементы, размещенные в экранируемых (но не заземленных) конструкциях и предметах, имеющих узкие щели. Единственным нелинейным локатором, в котором реализована возможность использования всех трех диапазонов частот зондирующего сигнала, является multifunctional нелинейный локатор «Лорнет Стар» производства российской компании «Элвира».

К современному профессиональному нелинейному локатору предъявляются следующие обязательные требования²:

— обязательное наличие качественных приёмных трактов по 2 и 3-й гармоникам зондирующего сигнала;

¹ Бельчиков А. В., Орлов В. С. «Лорнет Стар» — нелинейный локатор нового поколения.

² Там же.

- возможность работы как в импульсном, так и в непрерывном (или импульсном с малой скважностью для обеспечения демодуляции огибающей) режиме;
- обязательная реализация автоматической перестройки частоты зондирующего сигнала в некотором диапазоне частот для отстройки от помех;
- наиболее «продвинутые» способы идентификации нелинейных элементов должны опираться на прослушивание акустического сигнала на выходе как АМ-, так и FM-демодуляторов;
- желательно наличие автоматической регулировки уровня мощности зондирующего сигнала в зависимости от величины отклика в приёмниках 2 и 3-й гармоник;
- эргономика нелинейного локатора, то есть вес прибора, удобство и простота органов управления и индикации должны максимально удовлетворять оператора-поисковика;
- как задача обозримого ближайшего будущего предлагается реализация визуального контроля спектра 2 и 3-й гармоник зондирующего сигнала.

Произвольно конфигурируемый нелинейный локатор «Лорнет Стар»^{1,2, 3,4}.

Произвольно конфигурируемый нелинейный локатор «Лорнет Стар» предназначен для обнаружения скрытых радиоэлектронных устройств, имеющих в своём составе полупроводниковые компоненты, таких как скрытые аудио— и видеопередатчики, скрытые аудио— и видеорекордеры, а также исполнительные элементы самодельных взрывных устройств. Кроме того, нелинейный локатор «Лорнет Стар» может быть использован для проведения оперативно-поисковых работ на местности, в помещениях и в транспорте.

Нелинейный локатор «Лорнет Стар» (рис. 5.140) представляет собой конструкцию-трансформер, в которой обеспечена возможность использования универсального контрольного модуля (ручки) с разными сменными приемопередающими антенными модулями, функционирующими во всех освоенных диапазонах частот зондирующего сигнала.



Рис. 5.140. Нелинейный локатор «Лорнет Стар»

Использование в нелинейном локаторе «Лорнет Стар» съемных антенных модулей, работающих в разных диапазонах, позволяет сочетать возможности поиска объектов в средах с вы-

¹ Там же.

² Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». URL: <http://www.elvira.ru/ru/productions/nljd-general/nljd-lornet-star/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». URL: http://www.elvira.ru/data/PDF_FILES/LORNET-STAR_brochure_RUS.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Бузов Г. А. Выявление специальных технических средств несанкционированного получения информации. С. 195–196.

соким затуханием и влажностью (800 МГц), досмотра багажа и поиска малогабаритных (менее 1 см²) полупроводниковых элементов, в том числе спрятанных SIM-карт (2 400 МГц), а также дистанционного поиска и пространственной локализации мелких объектов (3 600 МГц). Используя преимущества указанных диапазонов, нелинейный локатор «Лорнет Стар» способен объединить тем самым функционал практически всех основных типов современных нелинейных локаторов в одном устройстве.

В каждом сменном антенном модуле нелинейного локатора «Лорнет Стар» размещается антенно-фидерное устройство, а также высокочастотная электроника, включающая передатчик зондирующего сигнала, приемники 2 и 3-й гармоник и соответствующие фильтры, функционирующие в определенных диапазонах частот. В некоторых антенных модулях установлены элементы индикации уровней излучаемой мощности и принимаемых сигналов 2 и 3-й гармоник.

Нелинейный локатор «Лорнет Стар» оснащается следующими антенными модулями (рис. 5.141)^{1, 2}:



Рис. 5.141. Антенные модули нелинейного локатора «Лорнет Стар»

1. Антенный модуль диапазона 800 МГц (опция //08) — модификация изделия «Лорнет» с изменённым диапазоном зондирующего сигнала в районе 800 МГц и введением дополнительного ЧМ-демодулятора, что в отдельных случаях даёт оператору дополнительные возможности по идентификации нелинейных элементов. В отличие от изделия «Лорнет», ав-

¹ Бельчиков А. В., Орлов В. С. «Лорнет Стар» — нелинейный локатор нового поколения.

² Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». URL: http://www.elvira.ru/data/PDF_FILES/LORNET-STAR_brochure_RUS.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

томатическое изменение уровня мощности зондирующего сигнала в данном модуле не предусмотрено.

2. Антенный модуль диапазона 2 400 МГц (опция //24) — модификация изделия «Лорнет 24» с диапазоном зондирующего сигнала 2 400 МГц. Сохранены все функции изделия «Лорнет 24» за исключением изменений в узлах питания и элементах крепления к пульту управления.

3. Антенный модуль диапазона 800 МГц с анализатором спектра (опция //08с) — дополнительно к функциям опции //08 оператор получает возможность визуального анализа спектра откликов 2 и 3-й гармоник зондирующего сигнала в графическом исполнении на ярком AMOLED дисплее (рис. 5.142).

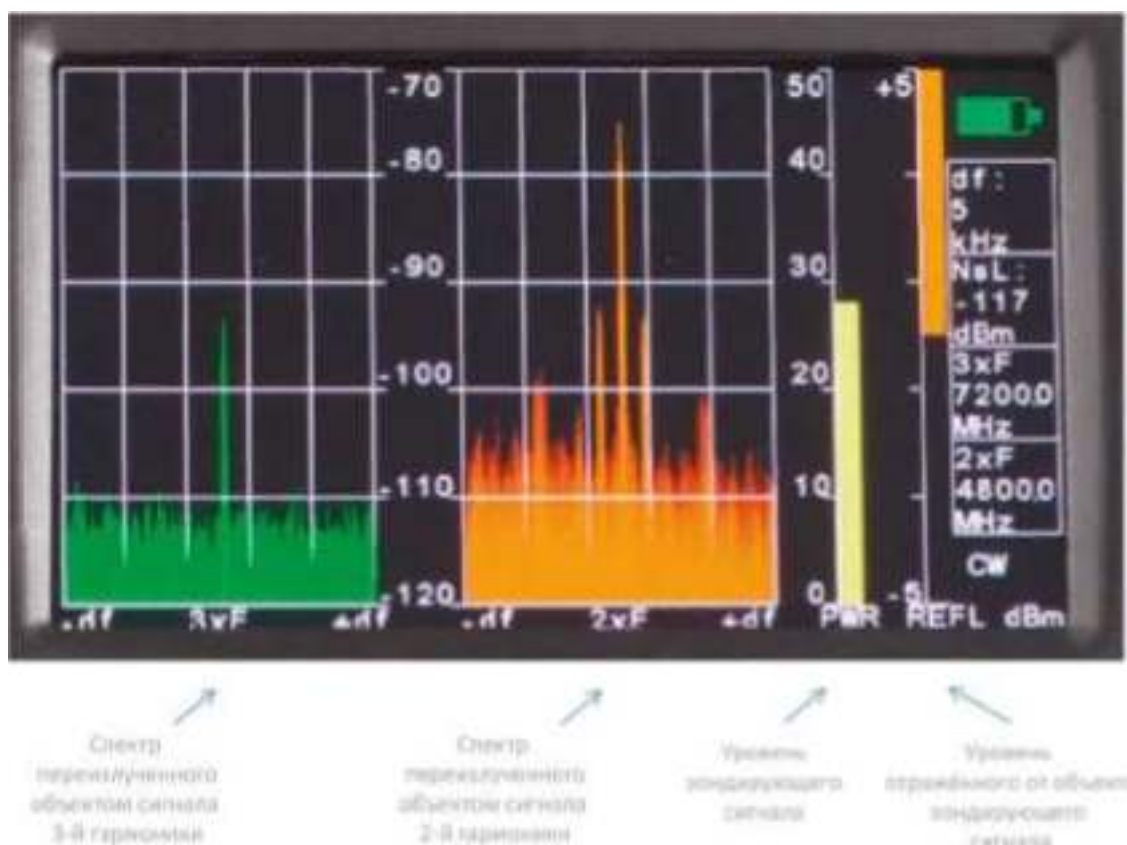


Рис. 5.142. Панель визуального просмотра спектров 2 и 3-й гармоник

Анализ спектра сигнала в визуальной форме позволяет, при непрерывном режиме работы нелинейного лоатора, с большей достоверностью отличить искусственные полупроводниковые элементы, такие как диоды, транзисторы и микросхемы от естественных МОМ (металл/окисел/металл) полупроводников. Неустойчивость вольтамперной характеристики МОМ полупроводников при механическом воздействии (например, при постукивании резиновым молотком) на анализируемую область приводит к характерным изменениям спектра откликов 2 и 3-й гармоник, таким как подпрыгивание или разрушение-восстановление.

Наряду с графическим анализом, в данной опции оператору доступна возможность прослушивания акустического сигнала с выхода АМ— и ЧМ-демодуляторов. Кроме того, в возможности данной опции включена дополнительная функция высокочувствительного анализа экранирующих поверхностей (измерение в непрерывном режиме отклика 1-й гармоники). Данная функция может быть полезна при проверке больших однородных поверхностей.

4. Антенный модуль диапазона 2 400 МГц с анализатором спектра (опция //24с) — функционально поддерживаются все возможности опции //08с, но в диапазоне частот зондирующего сигнала изделия «Лорнет 24» 2 400 МГц. Аналогично опции //08с, встроенный анализатор спектра 2— и 3-й гармоник позволяет с большей достоверностью определять природу нелинейного объекта по его спектральной сигнатуре.

5. Антенный модуль диапазона 3 600 МГц (опция //36м) — функционально поддерживаются все возможности опции //24, но в диапазоне частот зондирующего сигнала изделия «Лорнет 36» — 3 600 МГц. Для данной опции была разработана более компактная антенно-фидерная система, которая на расстоянии до 2 м не уступает по возможностям обнаружения изделию «Лорнет 36», что делает данный прибор очень удобным для поисковых работ в помещениях, в которых имеется большое количество легальных электронных устройств. Узкий луч диаграммы направленности антенны в 16° и наличие лазерной подсветки обеспечивают комфортное проведение поисковых работ на местности.

Съемный антенный модуль конструктивно крепится к пульта управления с помощью разъёмного соединителя, позволяющего осуществить замену антенного модуля менее чем за одну минуту. Нелинейный локатор «Лорнет Стар» не требует предварительной настройки перед началом работы, а также имеет простое и понятное пользователю унифицированное кнопочное управление.

Пульт управления нелинейного локатора «Лорнет Стар» (рис. 5.143) выполнен в виде единого модуля-ручки для всех съёмных антенных модулей и включает в себя кнопки управления и индикации режимами работы, контейнер для заменяемой Li-Ion аккумуляторной батареи на 12 В, встроенный динамик для прослушивания акустического сигнала с выхода демодуляторов и разъём для подключения головных телефонов.



Рис. 5.143. Пульт управления нелинейного локатора «Лорнет Стар»

Телескопическая штанга (монопод), входящая в комплект поставки нелинейного локатора «Лорнет Стар», позволяет оператору быстро превратить нелинейный локатор «Лорнет Стар» из компактного досмотрового в поисковый прибор с раздвижной телескопической штангой. Использование нелинейного локатора «Лорнет Стар» в качестве поискового прибора (с телескопической штангой) и в качестве досмотрового прибора (без раздвижной телескопической штанги) показано на рисунках 5.144 и 5.145.



Рис. 5.144. Использование нелинейного локатора «Лорнет Стар» в качестве поискового прибора (с телескопической штангой)



Рис. 5.145. Нелинейный лоатор «Лорнет Стар», использующийся в качестве компактного досмотрового прибора (без телескопической штанги)

Нелинейный лоатор «Лорнет Стар» обеспечивает надежное обнаружение СИМ-карты на расстоянии 10–15 см для диапазона зондирующего сигнала 2 400 МГц и 60 см — для диапазона 3 600 МГц.

Основные технические характеристики произвольно конфигурируемого нелинейного лоатора «Лорнет Стар» приведены в таблице 5.46^{1,2}.

Таблица 5.46

Основные технические характеристики произвольно конфигурируемого нелинейного лоатора «Лорнет Стар»

Характеристика	Опция 08	Опция 08с	Опция 24	Опция 24с	Опция 36м
Частота зондирующего сигнала	800 МГц	800 МГц	2 400 МГц	2 400 МГц	3 600 МГц
Шаг перестройки частоты (в режиме автоматического выбора несущей по критерию минимума помех в тракте приемника 2-й гармоники)	200 кГц	200 кГц	2 МГц	2 МГц	13 МГц
Значение максимальной мощности зондирующего сигнала (пиковое/среднее)					
Импульсный режим (Pulse)	10 Вт/230 мВт				18 Вт/112 мВт
Непрерывный режим	/330 мВт				---
Импульсный режим с малой скважностью	---	---	---	---	6 Вт/375 мВт
Частоты приемников соответствуют частотам 2 (2xF) и 3-й гармоник (3xF) зондирующего сигнала					
Чувствительность приемников	-110 дБм (измеряется в условиях замкнутого коаксиального тракта, без антенны, путем подачи калиброванного сигнала с измерительного генератора непосредственно на вход приемника)				

¹ Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». URL: <http://www.elvira.ru/ru/productions/nljd-general/nljd-lornet-star/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». URL: http://www.elvira.ru/data/PDF_FILES/LORNET-STAR_brochure_RUS.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Диапазон регулировки мощности зондирующего сигнала	20 дБ				
Динамический диапазон приемного тракта	24 дБ				
Наличие встроенного анализатора спектра 2 и 3-й гармоник	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет
Время работы от аккумулятора при максимальной мощности	3 ч в импульсном режиме; 1,5 ч в непрерывном режиме				2,5 ч в импульсном режиме; 1,5 ч в режиме малой скважности
Размеры локатора (досмотровый вариант, без телескопической штанги)	40x20x7 см	40x20x7 см	40x20x7 см	40x20x7 см	40x20x20 см
Размеры телескопической штанги	54x4x4 (86x4x4) см				
Вес изделия без телескопической штанги	1,0 кг	1,0 кг	0,8 кг	1,0 кг	1,0 кг
Вес телескопической штанги	0,2 кг				
Размеры сумки-укладки	45x30x35 см				
Вес максимального комплекта (все опции) в сумке-укладке	8 кг				
Диапазон рабочих температур	+5...+40°C				

Нелинейный локатор «Лорнет Стар» оснащен автоматической системой защиты от сосредоточенных помех по критерию минимума шумов в тракте приемника 2-й гармоники. Кроме того, наличие автоматического (по уровню 2 или 3-й гармоники) и ручного режимов контроля мощности зондирующего сигнала повышает удобство поисковых работ.

Как уже упоминалось выше, к основным сферам применения нелинейного локатора «Лорнет-Стар» относятся не только досмотровые работы и защита информации, но и антитеррористические мероприятия. Антитеррористические технические средства и комплексы будут подробно рассмотрены ниже.

5.2. АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

5.2.1. Радиолокаторы для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами (стеновизоры)

У данного устройства, являющегося разновидностью радиолокатора, существует множество имен: радиолокатор для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами, стеновизор, прибор тактической разведки и прибор чре́зстенного видения.

Основная задача стеновизора заключается в определении признаков жизни в запреградном пространстве. Современные стеновизоры позволяют не только определить в режиме реального времени положение, ориентацию и направление движения живых объектов, в том числе и статичных, за оптически непрозрачными преградами, но и составить трехмерную модель запреградного пространства на основе данных о строительных конструкциях и других крупных неживых объектах. Некоторые стеновизоры могут также работать в режиме прибора подповерхностного зондирования (георадара).

Технически стеновизор является компактной маломощной радиолокационной станцией сантиметрового диапазона (2–10 ГГц). Применение стеновизора основано на свойстве радиоволн сантиметрового диапазона проникать сквозь преграды из радиопрозрачных строительных материалов и с высокой разрешающей способностью детектировать движение в запреградном пространстве.

Для достоверного выявления живых существ, в том числе неподвижных, в стеновизоре используются сложные алгоритмы обработки сигналов и специальное программное обеспечение. Стеновизор обладает высокой разведзащищенностью, так как обнаруживает себя только маломощным излучением.

Стеновизоры «Xaver» производства компании Camero

Первые серийные стеновизоры появились и получили широкое распространение за рубежом. В настоящее время лидером отрасли считается израильская компания Camero Tech Ltd., производитель стеновизоров линейки «Xaver»^{1, 2}.

Эволюция стеновизоров «Xaver»³

Радиолокаторы для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами (стеновизоры) применяются для получения оперативной информации о наличии признаков жизни в визуально недоступном запреградном пространстве в режиме реального времени. Стеновизоры нашли широкое применение в специальных подразделениях вооруженных сил, органов внутренних дел и поисково-спасательных служб, действующих в условиях городской застройки.

Использование технологии видения объектов через стены (STTW — sense-through-the-wall) или технологии запреградного обнаружения обеспечивает беспрецедентную ситуационную осведомленность подразделения при проведении широчайшего спектра операций, включая:

- спасение заложников;
- антитеррористические операции;
- специальные операции в городских условиях;
- сбор разведданных;
- наблюдение и рекогносцировку;
- штурм с применением специальных средств разрушения преград;
- арест вооруженных преступников;
- операции по борьбе с наркотиками;
- поиск и спасение.

С технической точки зрения стеновизор представляет собой микромощный сверхширокополосный импульсный радар, который обеспечивает высококачественную визуализацию запреградного пространства с помощью инновационных математических алгоритмов обработки изображений и процедур обработки сверхширокополосных радиолокационных сигналов, а также специализированного программного обеспечения.

Полученное изображение запреградного пространства позволяет оператору получить информацию о наличии, местонахождении, направлении движения и расстоянии до живого объекта. В некоторых стеновизорах, рассмотренных ниже, реализована функция 3D визуализации запреградного пространства, в том числе планировки помещения, размеров комнат, ширины коридоров и различных элементов строительных конструкций. В российских стеновизорах дополнительно интегрирована функция радара подповерхностного зондирования.

¹ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля. URL: <https://topwar.ru/168139-stenovizory-specnaz-uidit-cherez-stenu.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя стеновизоров «Xaver» компании Camero. URL: <https://camero-tech.com> (дата обращения: 01.03.2023).

³ По материалам сайта производителя стеновизоров «Xaver» компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/applications/>, <https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (перевод В. М. Соколов) (дата обращения: 01.03.2023).

Сложность устройства, обусловленная нетривиальной задачей визуализации запреградного пространства, требует от производителя интеграции технологических достижений в областях проектирования радиочастотных антенн, обработки сигналов и изображений, проектирования плат и логики, а также технологий производства.

Первые системы видения сквозь препятствие могли определить только движение за стеной, не делая, при этом, различий между живыми и неживыми объектами. Определение очень незначительных движений живых объектов, таких как дыхание, стало возможным с увеличением чувствительности стеновизора. Тем не менее, для подавления ложных сигналов движения неживых объектов требовалась интеграция искусственного интеллекта.

Системы второго поколения обеспечивали 2D или 3D-визуализацию запреградного пространства. Для создания 2D или 3D-изображения запреградного пространства, радар стеновизора строится, как правило, с помощью нескольких передающих и приемных антенн, которые обеспечивают возможность излучения в разных направлениях. Тем не менее, внедрение нескольких сверхширокополосных приемопередатчиков привело к возникновению сложнейшей задачи точной калибровки этих устройств.

Стеновизоры третьего поколения предоставляют в режиме реального времени полную 3D-визуализацию запреградного пространства с высоким разрешением, в том числе информацию о неживых статичных объектах с возможностью определения общего плана помещения. Технически в стеновизорах третьего поколения применяются, как правило, сверхширокополосные импульсные приемопередатчики, сложные алгоритмы обработки сигналов и изображений, способы интеллектуального восстановления изображений и алгоритмы искусственного интеллекта.

Наряду с параметрами визуализации запреградного пространства, важнейшими характеристиками стеновизоров с точки зрения их тактического применения являются размер, вес, время автономной работы, удобство использования, прочность и безопасность излучения.

Технологические достижения компании Camero, реализованные в стеновизорах «Xaver»¹:

1. Уникальное трехмерное решение с запатентованными сверхширокополосными передатчиками и экономичными приемниками малой мощности, работающими в диапазоне от 2 до 10 ГГц. Впечатляющая полоса пропускания позволяет достичь изображения с высоким разрешением.

2. Единственная в своем роде запатентованная UWB-антенна с высоким коэффициентом усиления и сверхнизким изменением групповой задержки в полосе пропускания более 8 ГГц.

3. Для получения объемных 3D-данных требуется комбинация нескольких каналов временной области, пространственно расположенных на заданной апертуре. Эта комбинация зависит от правильного выравнивания всех каналов по времени передачи импульсов. Запатентованная возможность автономной самокалибровки компании Camero обеспечивает чрезвычайно высокий уровень точности выравнивания всех каналов по времени.

4. Уникальные процедуры обработки сигналов компании Camero позволяют различать статические и динамические объекты. Стеновизоры Xaver достаточно чувствительны, чтобы улавливать даже малейшую жизненную активность человека за различными типами стен.

5. Новейшая инновационная технология восстановления изображения способна значительно улучшить общее разрешение изображения и лучше подавлять помехи, обеспечивая тем самым точное распознавание целей в запреградном пространстве. Для функциональных процессов, требующих высокой вычислительной мощности, таких как обеспечение высокой частоты кадров, низкой задержки, а также 3D-визуализации в реальном времени при относительно низком энергопотреблении, используется компактная встроенная вычислительная платформа.

6. Современный метод обработки изображений включает в себя решение для отслеживания на основе байесовской фильтрации, которое уменьшает помехи и обеспечивает не-

¹ По материалам сайта производителя стеновизоров «Xaver» компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/technology/technological-achievements/> (перевод В. М. Соколов) (дата обращения: 01.03.2023).

прерывную идентификацию цели. Интуитивно понятный рендеринг изображений в реальном времени позволяет визуализировать 3D-объем в режиме реального времени с помощью интуитивно понятного графического интерфейса пользователя.

Ручное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-100» («X-100»)^{1,2,3,4,5}.

Самый компактный и легкий в линейке стеновизоров «Xaver» производства компании Camero. Самый малогабаритный ручной стеновизор «Xaver-100» предназначен для обнаружения живых объектов за оптически непрозрачными преградами.

Стеновизор «Xaver-100» (рис. 5.146) выполнен в виде небольшого прибора с ручкой для переноски и управления. Лицевая сторона имеет экран и органы управления, на тыльной стороне помещена антенна локатора. Принцип действия стеновизора «Xaver-100» основан на радиолокационной технологии визуализации запреградного пространства.



Рис. 5.146. Стеновизор «Xaver-100»

С технической точки зрения ручное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов «Xaver-100» представляет собой сверхширокополосный (СШП) импульсный радарный детектор, который обеспечивает достоверное обнаружение объектов с высоким разрешением.

В стеновизоре «Xaver-100» реализована системная архитектура, включающая наиболее продвинутые технологии. Используемые в стеновизоре запатентованные математические алгоритмы реконструкции изображений позволяют получить высококачественные и интуитивно по-

¹ Сайт производителя компании Camero. URL:<https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-100> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 6–7.

³ Сайт компании Меркурий-Про. URL:<http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver100.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Alex Alexeev. У стен есть глаза // Военное обозрение. 2020. 21 августа. URL:<https://topwar.ru/174290-u-sten-est-glaza.html> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.

нятные изображения недоступного для наблюдения запреградного пространства, в том числе в условиях помех. Излучение стеновизора «Xaver-100» полностью безопасно для человека.

Ручное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-100» предоставляет в режиме реального времени критически важную информацию о наличии живых объектов за оптически непрозрачной преградой, позволяющую определить точное расстояние от преграды до объекта, а также характер и направление его движения. «Xaver-100» обладает высокой чувствительностью, что позволяет детектировать очень незначительные движения живых объектов даже тогда, когда они полностью неподвижны.

Пример отображения результатов обнаружения живого объекта на экране стеновизора «Xaver-100» показан на рисунках 5.147 и 5.148.



Рис. 5.147. Пример отображения результатов обнаружения живого объекта на экране стеновизора «Xaver-100»

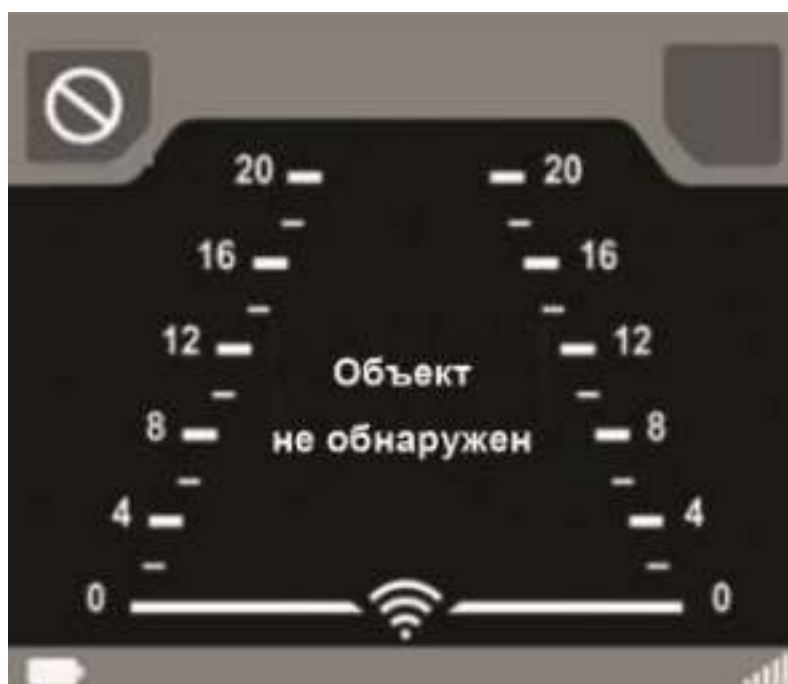


Рис. 5.148. Экран стеновизора «Xaver-100» в случае отсутствия живых объектов

Стеновизор «Xaver-100» обеспечивает мгновенную ситуационную осведомленность и данные о целях в запреградном пространстве при проведении специальных операций в условиях городской застройки (рис. 5.149–5.151).



Рис. 5.149. Применение стеновизора «Xaver-100» в боевой обстановке



Рис. 5.150. Применение стеновизора «Xaver-100» в боевой обстановке



Рис. 5.151. Применение стеновизора «Xaver-100» в боевой обстановке

Использование точной и достоверной информации о наличии живых объектов в закрытых помещениях, полученной с помощью стеновизора «Xaver-100», позволяет обрести значительные операционные преимущества в процессе принятия тактических решений и возможность «сделать шаг в известное» в следующих оперативных ситуациях (табл. 5.47)^{1,2,3}.

Таблица 5.47

**Преимущества использования стеновизора «Xaver-100»
в различных оперативных ситуациях**

Ситуация	Преимущество
Тактический прорыв / штурм	Предупреждает оператора о наличии потенциальной угрозы
Освобождение заложников	Даёт возможность определить, в каких точках в помещении находятся люди
Поисково-спасательные операции	Эффективное обнаружение людей, находящихся под завалами, позволяет ускорить поиск
Разрушение преград	Позволяет оптимально разместить заряды и предотвратить тем самым нежелательные жертвы
Оборона	Создаёт «виртуальное окно», через которое можно обнаружить приближающегося противника

¹ Сайт производителя компании Camero. URL:<https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-100> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 6–7.

³ Сайт компании Меркурий-Про. URL:<http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver100.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Стеновизор «Xaver-100» имеет следующие особенности функционирования и применения^{1, 2}:

- стеновизор обеспечивает достоверное определение наличия движущихся и неподвижных людей, а также направления их движения за радиопрозрачными стенами из большинства обычных строительных материалов (гипсокартон, кирпич, бетон и др.) на расстоянии 20 м;
- одномерная (1D) визуальная информация на экране обеспечивает интуитивно понятную информацию о расстоянии до цели;
- наиболее удобной целью является человек в положении стоя (значительные уровни движения), наиболее неудобной — человек в положении лежа (низкий уровень движения);
- для корректной работы стеновизора необходима полная неподвижность стеновизора и оператора, а также отсутствие других людей около оператора;
- возможна генерация сильного отраженного сигнала при наличии полостей в стене (преграде);
- возможность работы устройства на расстоянии от стены;
- опциональная установка беспроводного модуля позволяет обеспечить дистанционное управление и мониторинг;
- возможность одновременного использования нескольких стеновизоров «Xaver-100»;
- малый вес и компактные размеры (помещается в кармане) позволяют использовать «Xaver-100» в качестве ручного прибора;
- эргономичный и удобный дизайн сочетается с простым пользовательским интерфейсом с понятной и мгновенной интерпретацией данных.

Технические характеристики радарного устройства для запреградного обнаружения живых объектов «Xaver-100» приведены в таблице 5.48^{3,4,5}.

Таблица 5.48

Технические характеристики стеновизора «Xaver-100»

Характеристика	Значение/Особенности
Тип устройства	Ручное запреградное радарное устройство
Рабочий частотный диапазон	3–10 ГГц
Возможность слежения за целью с сохранением истории движения объектов за стеной в течение	Не менее 30 с
Разрешающая способность по дальности	Не менее 15 см
Дальность обнаружения	От 0,1 до 20 м
Диапазон обнаружения	4, 8, 20 м
Поле зрения по вертикали и горизонтали	120° как по азимуту, так и по углу места
Режимы отображения информации	Отображение наличия цели, направления движения и расстояния до цели

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-100> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании Меркурий-Про. URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver100.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-100> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 6–7.

⁵ Сайт компании Меркурий-Про. URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver100.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
Проницаемые строительные материалы	Цемент, гипс, кирпич, бетон, железобетон, саман, штукатурка, гипсокартон и другие стандартные стройматериалы
Беспроводная передача данных	Возможность установки встроенного беспроводного модуля для дистанционного управления и мониторинга
Дополнительное оборудование	Удаленный беспроводный планшет под управлением XaverNet
Готовность к использованию после включения	Не более 8 с
Питание	4 литиевых батареи типа А123 либо 2 литиевых батареи типа АА
Время работы	3.5 ч (от четырех литиевых батарей А123)
Диапазон рабочих температур окружающей среды	От — 20 до + 40°С
Габариты (ДхШхВ)	218х97х65 мм
Масса изделия	660 г с 4 литиевыми батареями А123

Компактное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-400» («Х-400»)^{1,2,3,4,5}

Компактный стеновизор «Xaver-400» — это компактная, легкая и долговечная сверхширокополосная импульсная радиолокационная тактическая система визуализации запреградного пространства, оптимизированная для быстрого принятия тактических решений в городских условиях.

Стеновизор «Xaver-400» (рис. 5.152) предоставляет в режиме реального времени критически важную информацию о живых и статичных объектах, скрытых за стенами и барьерами, в том числе обеспечивает определение количества, расположения и направления движения живых объектов в помещении, а также визуализацию общего плана помещения, включая его размеры и основные элементы строительных конструкций.

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-400/> (перевод Соколов В. М.) (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 7–9.

³ Сайт ООО «Меркурий-Про». URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver400.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4807&tbl=02.03.03.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля. URL: <https://topwar.ru/168139-stenovizory-specnaz-uvidit-cherez-stenu.html> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.152. Компактный стеновизор «Xaver-400»

По сравнению с ручным стеновизором «Xaver-100», компактный стеновизор «Xaver-400» обладает большими габаритами и массой, оснащен другой радиолокационной станцией и имеет расширенный набор функций, которые будут рассмотрены ниже.

Кроме того, в отличие от стеновизора «Xaver-100», который обеспечивает одномерную (1D) визуализацию запреградного пространства на экране, стеновизор «Xaver-400» используется для точного определения местоположения объектов, расположенных за преградой, в режиме 2D и 3D-отображения запреградного пространства.

Пользовательский интерфейс компактного стеновизора «Xaver-400» в режиме двухмерного изображения представлен на рисунках 5.153, 5.154¹.



Рис. 5.153. Стеновизор «Xaver-400» в режиме двухмерного изображения

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-400/> (перевод Соколов В.М.) (дата обращения: 01.03.2023).

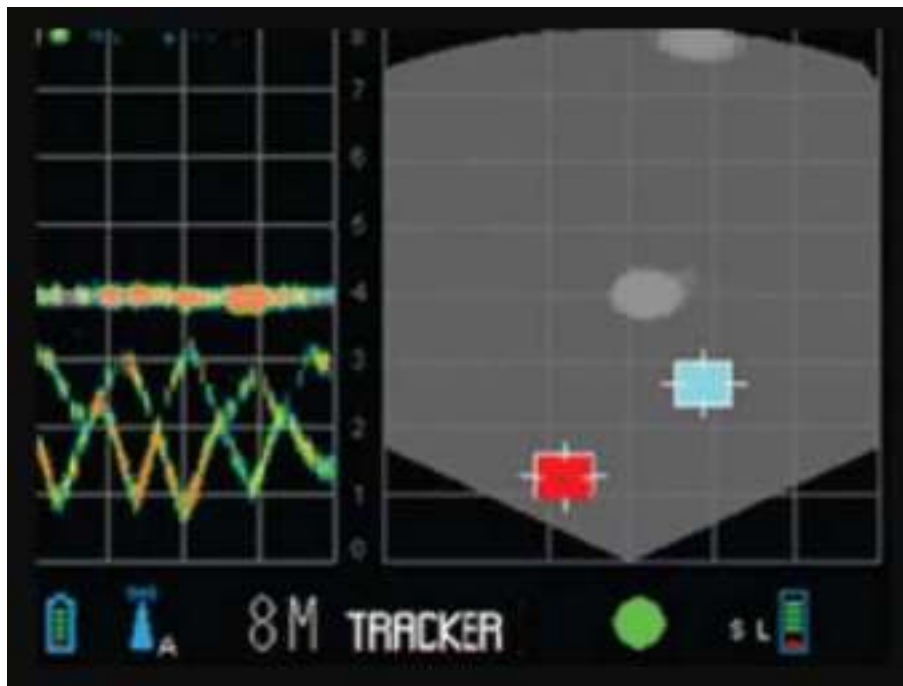


Рис. 5.154. Пользовательский интерфейс «Xaver-400» в режиме двухмерного изображения

Пользовательский интерфейс компактного стеновизора «Xaver-400» в режиме трехмерного изображения представлен на рисунках 5.155, 5.156.



Рис. 5.155. Стеновизор «Xaver-400» в режиме трехмерного изображения

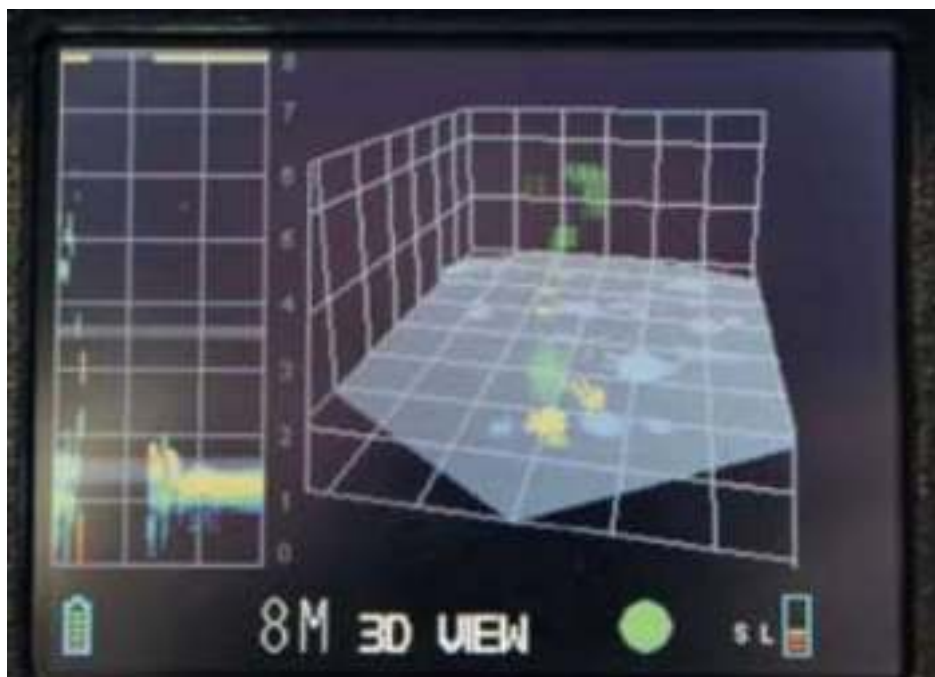


Рис. 5.156. Пользовательский интерфейс «Xaver-400» в режиме трехмерного изображения

Компактный стеновизор «Xaver-400» позволяет автоматически отслеживать не только живые, но и статические объекты в запреградном пространстве, а также предоставлять точную информацию в режиме реального времени о событиях, происходящих по другую сторону стены. Благодаря способности стеновизора «Xaver-400» отслеживать полностью статичные объекты, такие как стены, крупногабаритная мебель и электрические устройства, может быть визуализирована внутренняя структура запреградного пространства, в том числе планировка помещения, размеры комнат, ширина коридоров и многое другое. В процессе использования стеновизора «Xaver-400» прибор и пользователь должны быть полностью неподвижны.

Примеры использования компактного стеновизора «Xaver-400» в боевых условиях приведены на рисунках 5.157–5.159.



Рис. 5.157. Использование стеновизора «Xaver-400» в боевых условиях



Рис. 5.158. Использование стеновизора «Xaver-400» в боевых условиях



Рис. 5.159. Использование компактного стеновизора «Xaver-400» в боевых условиях

Стеновизор «Xaver-400» может использоваться специальными и поисково-спасательными подразделениями для получения в режиме реального времени критически важной информации о количестве людей и их местонахождении в запреградном пространстве при проведении операций в условиях городской застройки. Использование системы запреградного обнаружения (STTW-Sense Through The Wall) «Xaver-400» обеспечивает беспрецедентную ситуационную осведомленность подразделения. Компактный, легкий и простой в эксплуатации стеновизор «Xaver-400» обеспечивает максимальную мобильность и маневренность при проведении операций в городских условиях. Излучение стеновизора «Xaver-400» полностью безопасно для человека.

К основным функциональным особенностям компактного стеновизора «Xaver-400» относятся^{1,2}:

- одновременное обнаружение статичных и движущихся объектов на расстоянии до 20 м;
- высокая чувствительность стеновизора обеспечивает достоверное обнаружение живых объектов, в том числе неподвижных, за наиболее распространенными радиопрозрачными строительными материалами стен, а также определение направления их движения;
- обеспечивает получение информации о размерах помещения и основных элементах строительных конструкций;
- возможность работы на расстоянии от стены;
- наличие опционального встроенного беспроводного модуля IWM2100 для удаленного отображения запреградного пространства и управления;
- встроенный видеопередатчик для передачи изображения удаленным пользователям на расстоянии до 100 м;
- простой интуитивно понятный пользовательский интерфейс с возможностью отслеживания цели;
- уникальные алгоритмы и процедуры обработки сигналов обеспечивают высококачественную визуализацию запреградного пространства;
- быстрая готовность к работе без прогрева по одному нажатию кнопки сочетается с простотой использования устройства;
- возможность одновременного использования нескольких стеновизоров «Xaver 400»;
- оптимизированная компактная долговечная конструкция для тактических операций (устройство может поместиться в небольшой рюкзак).

Технические характеристики компактного стеновизора «Xaver-400» приведены в таблице 5.49^{3,4,5,6}.

Таблица 5.49

Технические характеристики стеновизора «Xaver-400»

Характеристика	Значение/Особенности
Тип устройства	Компактное запреградное радарное устройство
Проницаемые строительные материалы	Цемент, гипс, кирпич, бетон, железобетон, саман, штукатурка, гипсокартон и другие стандартные стройматериалы
Дальность обнаружения	от 0,1 до 20 м
Диапазон обнаружения	4, 8, 20 м
Поле зрения по вертикали и горизонтали	120° как по азимуту, так и по углу места

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-400/> (перевод Соколов В. М.) (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ООО «Меркурий-Про». URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver400.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-400/> (перевод Соколов В. М.) (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 7–9.

⁵ Сайт ООО «Меркурий-Про». URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver400.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4807&tbl=02.03.03.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
Режимы отображения информации	Обычный вид, изменение расстояния со временем (история), режим высокой проницаемости и 3D-режим
Рабочий частотный диапазон,	3–10 ГГц
Разрешающая способность	По дальности лучше 5 см; по курсу (направлению) лучше 50 см на 8 м
Готовность к использованию после включения	не более 4 с
Возможность слежения за целью с сохранением истории движения объектов за стеной в течение	Не менее 30 с
Габариты (ДхШхГ)	37х22,5х12 см
Масса изделия	3,2 кг (включая батареи)
Источник питания	Аккумуляторы, одноразовые батареи и сетевой источник
Время работы	8 ч (3,5 аккумулятора, 4,5 батареи)
Беспроводная передача данных	Возможность установки встроенного беспроводного модуля для дистанционного управления и мониторинга
Беспроводное видео	Встроенный видеопередатчик с дальностью действия до 100 м.
Дополнительное оборудование	Внешнее зарядное устройство для аккумулятора, источник питания, кейс для транспортировки, тренога, тактический рюкзак, XaverNet (беспроводный планшет)
Диапазон рабочих температур окружающей среды	От — 20 до + 40°С

Система систем или базовая система «XaverNet» — система для удаленного взаимодействия со стеновизорами «Xaver 100» и «Xaver 400»^{1,2,3}

Система «XaverNet» (рис. 5.160) представляет собой планшетный компьютер производства компании Panasonic, оснащенный беспроводным интерфейсом для удаленной работы со стеновизорами «Xaver-100» и «Xaver-400».

Система «XaverNet» позволяет пользователю не только удаленно, находясь вне зоны поражения, получать в режиме реального времени визуальные данные о запреградном пространстве от четырех стеновизоров «Xaver-100» или «Xaver-400», но и одновременно ди-

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xavernet/> (перевод Соколов В.М.) (дата обращения: 01.03.2023).

² Alex Alexeev. У стен есть глаза // Военное обозрение. 2020. 21 августа. URL: <https://topwar.ru/174290-u-sten-est-glaza.html> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.

станционно управлять этими устройствами и переключаться между ними на расстоянии до 200 м в пределах прямой видимости.



Рис. 5.160. Система «XaverNet»

В состав системы «XaverNet» входит надежная беспроводная платформа управления на базе коммерческого планшетного компьютера Panasonic ToughPad FZ-M1, USB-ключ, поддерживающий беспроводную связь, и специализированное приложение «XaverNet», которое может работать на различных платформах на базе операционной системы Windows. Беспроводная связь реализована на основе протокола Zigbee.

Пользовательский интерфейс системы «XaverNet» в режиме экрана стеновизора «Xaver-400» представлен на рисунке 5.161.

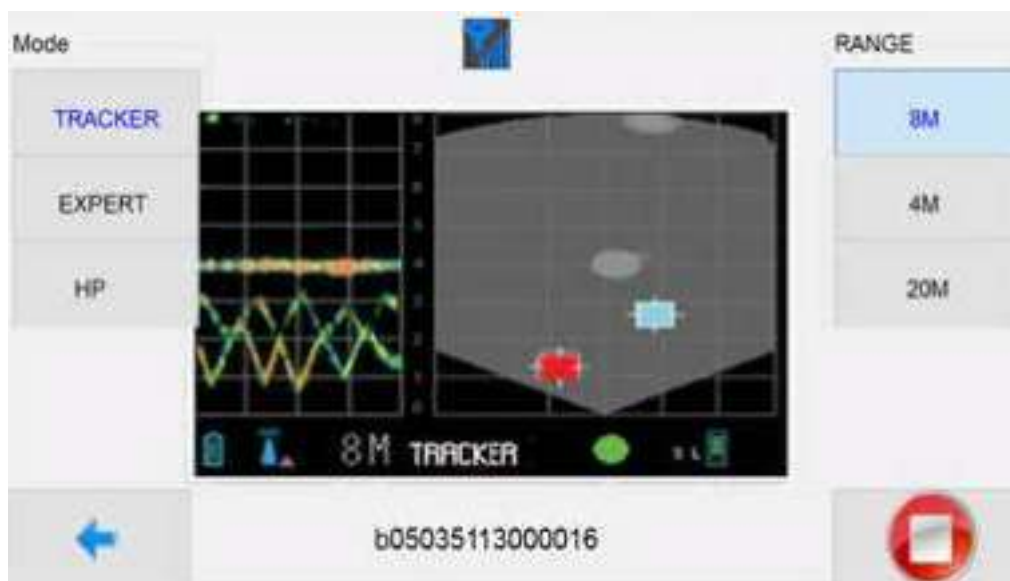


Рис. 5.161. Пользовательский интерфейс системы «XaverNet» в режиме экрана стеновизора «Xaver-400»

Несмотря на то, что система «XaverNet» позволяет объединять стеновизоры в сеть и использовать их совместно силами одного оператора, функция формирования единой картины запреградного пространства на основании данных от всех четырех стеновизоров в ней пока не реализована.

Система «XaverNet», которую можно назвать «системой систем или базовой системой»¹, является одним из направлений дальнейшего расширения возможностей использования технологии «видения сквозь стены» (STTW) в оперативном контексте. Применение системы «XaverNet» в сочетании с дистанционным использованием нескольких стеновизоров позволяет не только получить более детализированную визуализацию запреградного пространства, но и в перспективе открывает возможность создания и совместного использования единой трехмерной карты целевого здания.

Пример использования системы «XaverNet» для дистанционного получения информации о запреградном пространстве от стеновизора «Xaver-400» проиллюстрирован на рисунке 5.162.



Рис. 5.162. Пример использования системы «XaverNet» для дистанционного получения информации о запреградном пространстве от стеновизора «Xaver-400»

К основным преимуществам системы «XaverNet» относятся²:

- потоковая передача информации в реальном времени из зоны проведения операции на панель управления;
- пользователи, дислоцирующиеся вне зоны проведения операции, могут на удалении скрыто и безопасно управлять стеновизорами, которые находятся в зоне проведения операции;
- стеновизоры, объединенные в сеть с помощью системы «XaverNet», позволяют одновременно охватить с разных углов большие объемы запреградного пространства, что позволяет повысить ситуационную осведомленность подразделения и обеспечить принятие обоснованного решения;

¹ Alex Alexeev. У стен есть глаза // Военное обозрение. 2020. 21 августа.

² Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xavernet/> (перевод Соколов В.М.) (дата обращения: 01.03.2023).

- система XaverNet обеспечивает возможность работы в мертвых зонах за счет установки стеновизоров Xaver на беспилотные носители;
- передача информации и управление стеновизором с помощью платформы XaverNet позволяет проводить мониторинг недоступных зон, например мониторинг верхних этажей;
- простота в использовании и удобный пользовательский интерфейс;
- встроенная запись данных позволяет провести анализ и подведения итогов после проведения операции.

Технические характеристики системы XaverNet приведены в таблице 5.50¹.

Таблица 5.50

Технические характеристики системы XaverNet

Характеристика	Значение/Особенности
Тип устройства	Panasonic ToughPad FZ-M1
Беспроводное соединение	Протокол Zigbee
Дальность беспроводного соединения	200 м (в пределах прямой видимости)
Режимы отображения информации	Основной экран, экран стеновизора «Xaver-100» и экран стеновизора «Xaver-400»
Источник питания	Аккумуляторная батарея
Время работы	До 8 ч
Габариты (ДхШхГ)	18х202,7х132 мм
Масса устройства	0,54 кг
Дополнительное оборудование	Внешнее зарядное устройство для аккумулятора, Zigbee-ключ, кейс для транспортировки

Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-800»^{2,3,4}

Стеновизор «Xaver-800» (рис. 5.163) это портативная высокопроизводительная система, оснащенная крупным антенным устройством с четырьмя крыльями, предназначенная для получения полной 3D-визуализации запреградного пространства в режиме реального времени. Для очистки и улучшения изображения, автоматического обнаружения и отслеживания объектов в стеновизоре «Xaver-800» используются алгоритмы искусственного интеллекта.

¹ Там же.

² Там же.

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4808&tbl=02.03.03>. (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.



Рис. 5.163. Портативный стеновизор «Xaver-800» в рабочем положении на треноге. На экране показана трехмерная модель помещения за стеной

Портативный стеновизор «Xaver-800» оптимизирован для сбора в режиме реального времени критически важной достоверной информации о живых и статичных объектах, находящихся за оптически непрозрачными преградами при проведении разведки, наблюдения и рекогносцировки.

«Xaver-800» способен предоставить в формате 3D-изображения достоверную всеобъемлющую оперативно значимую информацию о запреградном пространстве, в том числе¹:

- присутствие живых объектов в помещении;
- количество и расположение людей в помещении;
- положение, в котором находится объект (стоит, сидит или лежит);
- отслеживание особенностей движения цели;
- высота и ориентация цели (взрослых можно отличить от детей или домашних животных);

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-800/> (перевод Соколов В. М.) (дата обращения: 01.03.2023).

— общая схема помещения, включая размеры и основные элементы строительных конструкций.

Обеспечение специальных подразделений правоохранительных органов достоверной информацией о количестве людей и их расположении внутри помещения в режиме реального времени имеет решающее значение для успешного проведения специальных операций в городских условиях. Стеновизор «Xaver-800» обеспечивает высочайший уровень ситуационной осведомленности подразделения, создавая тем самым оперативное преимущество и возможность «сделать шаг в известное».

Высокое разрешение портативного стеновизора «Xaver-800» обеспечивает быстрое определение местоположения людей, скрытых стенами и барьерами, а также возможность отслеживания особенностей передвижения живых объектов, что позволяет отличить заложников от террористов.

Портативный стеновизор «Xaver-800» обеспечивает уникальные возможности для специальных подразделений при ведении разведки, наблюдения и рекогносцировки, так как является первой моделью в линейке стеновизоров «Xaver», которая обеспечивает истинную 3D-визуализацию объектов в запреградном пространстве.

Трехмерная визуализация запреградного пространства на примере пользовательского интерфейса стеновизора «Xaver-800» представлена на рисунке 5.164.

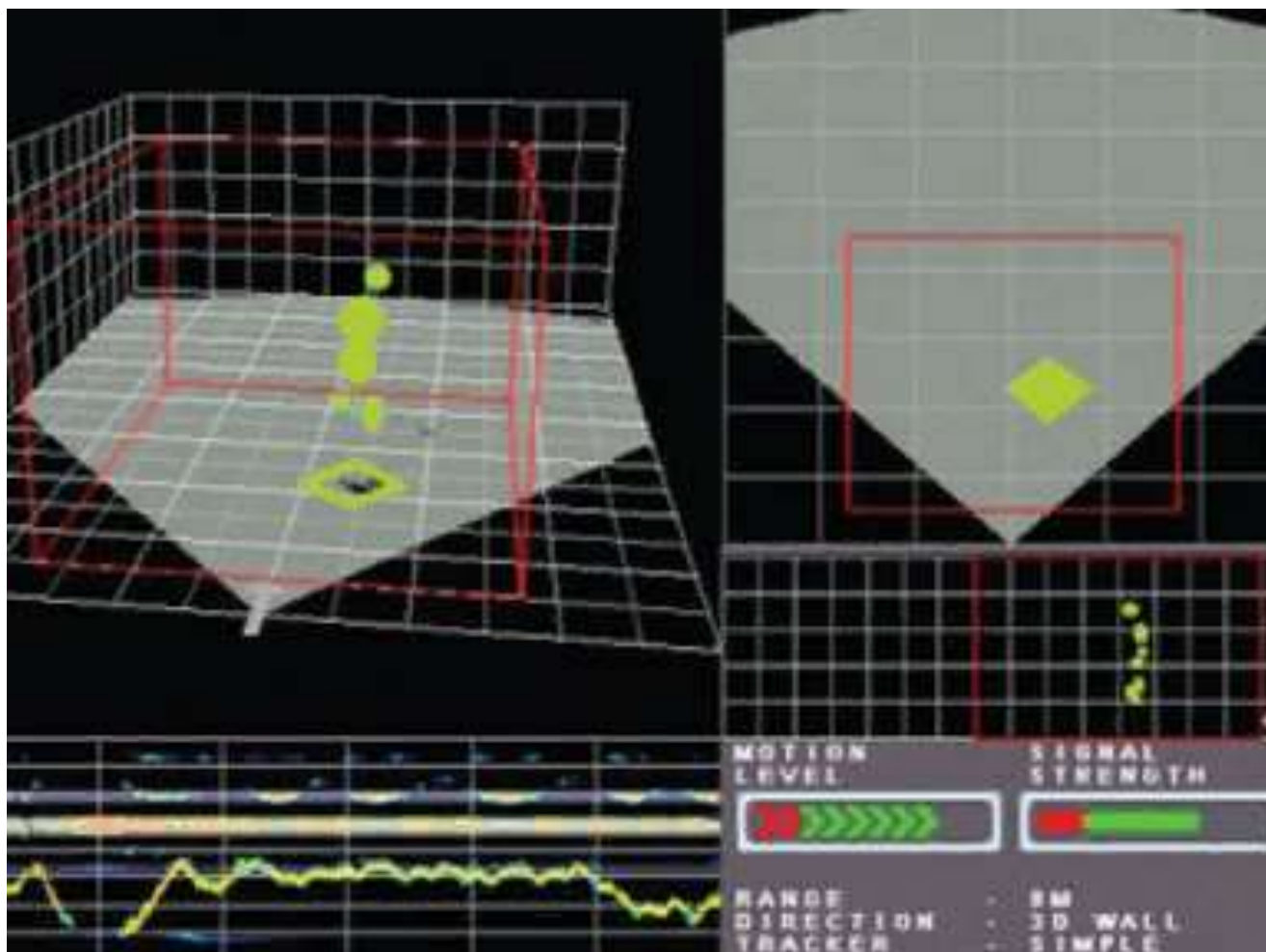


Рис. 5.164. Пользовательский интерфейс стеновизора «Xaver-800»

Портативный стеновизор «Xaver-800» широко используется вооруженными силами и правоохранительными органами по всему миру благодаря простоте в эксплуатации, обеспечении трехмерной визуализации запреградного пространства с достоверной информацией

о наличии живых объектов, портативности и надежности. Пример использования стеновизора «Xaver-800» в боевых условиях приведен на рисунках 5.165, 5.166.



Рис. 5.165. Пример использования стеновизора «Xaver-800» в боевых условиях



Рис. 5.166. Пример использования стеновизора «Xaver-800» в боевых условиях

Технологически стеновизор «Xaver-800» построен на основе передовой системной архитектуры, охватывающей множество самых современных технологий. Для борьбы с помехами и обеспечения выполнения требований по улучшенному разрешению и интуитивно понятному изображению запреградного пространства, компанией Самего были разработаны специальные запатентованные методы.

Уникальная запатентованная конструкция многоканального сверхширокополосного детектора с чрезвычайно высокой полосой пропускания и очень высоким динамическим

диапазоном обеспечивает достоверное распознавание целей в режиме реального времени и высокое разрешение. Уникальные решения компании Camero используют для создания 3D-изображений объектов, скрытых оптически непрозрачными препятствиями, сверхширокополосные радиочастотные сигналы, способные проникать сквозь большинство строительных материалов, таких как кирпич, бетон, армированный бетон и дерево. Запатентованная технология стеновизора «Xaver-800» способна обеспечить преодоление этих препятствий, излучая при этом очень низкие по уровню мощности сверхширокополосные сигналы. Стеновизор «Xaver-800» безопасен в использовании, так как общая передаваемая энергия составляет небольшую долю от энергии, излучаемой стандартным сотовым телефоном.

Запатентованные алгоритмы восстановления 3D-изображений, используемые в сочетании со сложными запатентованными методами обработки сигналов, обеспечивают быструю оценку сложной обстановки в запреградном пространстве. Запатентованная механическая конструкция со складывающимися крыльями антенны была разработана для удобства использования во время эксплуатации и транспортировки.

Конструкция устройства предусматривает возможность дистанционного размещения детектора на расстоянии более 22 м (75 футов) от оператора. На рисунке 5.167 а) показан стеновизор «Xaver-800» с детектором (без треноги), а на рисунке 5.167 б) представлен вариант получения оператором информации от дистанционно установленного детектора.



Рис. 5.167. Дистанционное получение оператором данных от детектора

К основным особенностям портативного стеновизора «Xaver-800» относятся¹:

- целевым назначением стеновизора является ведение разведки, наблюдения и рекогносцировки при проведении специальных операций;
- стеновизор обеспечивает достоверное обнаружение живых объектов и высококачественную визуализацию запреградного пространства при работе через преграды, выполненные из наиболее распространенных радиопрозрачных строительных материалов;
- полная 3D-визуализация запреградного пространства обеспечивает достоверную информацию о наличии живых объектов и позволяет оценить ситуацию с разных ракурсов;
- одновременное обнаружение статичных и живых объектов, в том числе неподвижных, на расстоянии до 20 м;

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-800/> (перевод В. М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).

- устройство предоставляет информацию о размерах помещения и основных элементах строительных конструкций;
- 3D-визуализация запреградного пространства позволяет интуитивно оценить изображение на экране стеновизора;
- эффективное подавление помех;
- уникальная 3D-навигация;
- возможность работы на расстоянии от стены (в пределах диапазона обнаружения);
- встроенная запись данных и воспроизведение с выходами VGA и S-Video для анализа, обучения и подведения итогов после проведения операции;
- уникальная механическая конструкция со складывающимися крыльями антенны обеспечивает компактный размер и простоту транспортировки стеновизора;
- простой пользовательский интерфейс и интуитивно понятное управление;
- возможность транспортировки и управления одним человеком;
- быстрая готовность к работе по нажатию кнопки.

Технические характеристики компактного стеновизора «Xaver-800» приведены в таблице 5.51^{1,2}.

Таблица 5.51

Технические характеристики компактного стеновизора «Xaver-800»

Характеристика	Значение/Особенности
Тип устройства	3D-компактное запреградное радарное устройство
Проницаемые строительные материалы	Цемент, гипс, кирпич, бетон, железобетон, саман, штукатурка, гипсокартон, дерево и другие стандартные стройматериалы
Дальность обнаружения	От 0,1 до 20 м
Диапазон обнаружения	4, 8, 20 м
Поле зрения по вертикали и горизонтали	80° как по азимуту, так и по углу места
Режимы отображения информации	3D-режим, 2D-режим, 1.5D-режим (история изменения расстояния со временем), боковая проекция
Рабочий частотный диапазон	3–10 ГГц
Разрешающая способность	По дальности лучше 3 см; по курсу (направлению) лучше 30 см на 8 м
Габариты	47х47 см (в положении для транспортировки), 84х84 см (в рабочем положении)
Масса изделия	14,5 кг (включая батареи)
Источник питания	Аккумуляторы и сетевой источник
Время работы	2 ч (аккумуляторы)
Дополнительное оборудование	Внешнее зарядное устройство для аккумулятора, источник питания, кейс для транспортировки, тренога, тактический рюкзак

¹ Там же.

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4808&tbl=02.03.03>. (дата обращения: 01.03.2023).

Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-1000»¹

В отличие от младших моделей «Xaver-100», «Xaver-400» и «Xaver-800», достоверной информации о стеновизоре «Xaver-1000» в русскоязычном сегменте сети Интернет и в печатных источниках нет. Поэтому в качестве основного источника будет использован сайт компании Camero, которая является производителем данного устройства.

Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-1000» является новым поколением продуктов компании Camero, основной особенностью которого является использование искусственного интеллекта для отслеживания целей в режиме реального времени.

Портативный стеновизор «Xaver-1000» (рис. 5.168) обеспечивает повышение ситуационной осведомленности подразделения благодаря созданию трехмерной визуальной картины запреградного пространства на основе искусственного интеллекта, что позволяет подразделению получить явное операционное преимущество и возможность «шагнуть в известное».



Рис. 5.168. Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-1000»

Стеновизор «Xaver-1000» может использоваться в специальных подразделениях вооруженных сил, правоохранительных органов, поисково-спасательных команд и разведывательных подразделений, действующих в различных ситуациях, в том числе при проведении операций в городских условиях или ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-1000/> (перевод Соколов В. М.) (дата обращения: 01.03.2023).

Стеновизор «Xaver-1000» является оптимальным прибором для сбора в режиме реального времени критически важной информации о наличии в запреградном пространстве живых объектов при проведении тактических операций, а также ведении разведки, наблюдения и рекогносцировки. Пример использования «Xaver-1000» в боевых условиях приведен на рисунке 5.169.



Рис. 5.169. Пример использования стеновизора «Xaver-1000» в боевых условиях

К основным функциональным особенностям стеновизора «Xaver-1000» относятся¹:

- оснащение системой отслеживания траекторий живых целей, построенной на основе искусственного интеллекта;
- устройство обеспечивает трехмерную (3D «Sense-Through The Wall») визуализацию запреградного пространства в режиме реального времени, что позволяет обнаруживать статические или динамические живые объекты за стенами и другими строительными конструкциями;
- отображение количества живых объектов в запреградном пространстве и расстояния от объекта до стеновизора;
- беспрецедентная точность распознавания частей тела, положения (сидя, стоя или лежа), роста, а также ориентации живых объектов;
- способность различать взрослого человека, ребенка, животных;

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-1000/> (перевод Соколов В. М.) (дата обращения: 01.03.2023).

- визуализация общей планировки помещения, в том числе размеров и основных элементов конструкций;
 - возможность использования устройства у стены или на расстоянии.
- Стеновизор «Xaver-1000» имеет следующие конструктивные особенности¹:
- 3D-визуальное отображение живых и статичных объектов;
 - встроенный 10,1-дюймовый сенсорный дисплей;
 - складные крылья антенны для компактного хранения и транспортировки;
 - работа через радиопрозрачные стены и материалы;
 - возможность удаленного отображения и управления с помощью Wi-Fi-соединения;
 - одновременное обнаружение движущихся и неподвижных объектов;
 - простой интуитивно понятный пользовательский интерфейс;
 - встроенная запись и воспроизведение данных для анализа, обучения и подведения итогов после проведения операции;
 - запатентованные алгоритмы и способы обработки сигналов;
 - быстрая готовность к использованию одним пользователем по нажатию кнопки;
 - излучение прибора полностью безопасно для человека и соответствует требованиям ICNIRP-1998.

Технические характеристики портативного стеновизора «Xaver-1000» приведены в таблице 5.52².

Таблица 5.52

Технические характеристики портативного стеновизора «Xaver-1000»

Характеристика	Значение/Особенности
Тип устройства	3D-запреградное радарное устройство
Максимальная дальность обнаружения	42 м
Поле зрения по вертикали и горизонтали	120° как по азимуту, так и по углу места
Интерфейсы	Ethernet, USB, HDMI
Режимы отображения	3D, 2D, 2D-боковая проекция, изменение расстояния со временем
Вес устройства	16,5 кг (включая батареи)
Проницаемые материалы	Цемент, гипс, кирпич, бетон, железобетон, саман, штукатурка, гипсокартон и другие стандартные стройматериалы
Внешний источник питания	Переменный ток 100–240 В 50/60 Гц, постоянный ток 15 В
Время работы с аккумуляторами	3 ч (доступна горячая замена аккумуляторов)
Габариты (ДхШхВ)	91х91х5 см — с раскрытыми крыльями антенны; 46х46 см — со сложенными крыльями антенны
Дополнительное оборудование	Внешнее зарядное устройство для аккумулятора, источник питания, кейс для транспортировки, тренога, беспроводное устройство для удаленного управления и отображения

Несмотря на ряд очевидных преимуществ, применение рассмотренных выше стеновизоров «Xaver-100», «Xaver-400», «Xaver-800» и «Xaver-1000» ограничено относительно небольшим расстоянием от стены. Стеновизоры могут использоваться вплотную к стене или располагаться в отдалении от нее, но не более чем на расстоянии нескольких десятков мет-

¹ Там же.

² Там же.

ров. Этими системами можно управлять удаленно с помощью беспроводных устройств, но сами системы должны располагаться вблизи стены.

Данное ограничение было преодолено в уникальном дистанционном стеновизоре «Xaver LR80» (XLR80), который впервые позволил оператору обнаружить живые объекты за стеной здания на расстоянии более 100 м. Работа на большом расстоянии от стены позволяет не только получить оперативное преимущество при проведении разведывательных и поисково-спасательных операций, но и обеспечить безопасность личного состава. В отличие от других стеновизоров, «Xaver LR80» имеет узкое поле зрения, что позволяет избирательно направлять пятно на определенный дом, квартиру или склад.

Дистанционное портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver LR80»¹

В единственной статье на русском языке², посвященной дистанционным стеновизорам (long range sense through the wall — STTW), рассматривается стеновизор «Xaver LR40» (XLR40), представленный на парижской выставке Milipol в октябре 2021 г., который является младшей моделью дистанционного стеновизора «Xaver LR80» (XLR80), представленного на рисунке 5.170.

В отличие от стеновизора XLR40³, дальность запреградного обнаружения местоположения и количества живых объектов которого составляет 50 м и более, дистанционный стеновизор XLR80 позволяет обнаруживать живые объекты через стену на расстоянии более 100 м.



Рис. 5.170. Дистанционный стеновизор «Xaver LR80» (XLR80)

¹ Там же.

² Сайт habr.com. «Израильские военные покажут на парижской выставке устройство, видящее сквозь стены». URL:<https://habr.com/ru/news/t/582996/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя компании Camero. URL:<https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-lr-40/> (дата обращения: 01.03.2023).

Дистанционный стеновизор «Xaver LR80» представляет собой многоканальный сверхширокополосный импульсный радарный детектор, ключевой особенностью которого является возможность сбора на безопасном расстоянии в режиме реального времени критически важной достоверной информации о живых объектах, скрытых за стенами.

В стеновизоре XLR80 используется самая современная системная архитектура, включающая в себя множество продвинутых технологий. Для предоставления пользователю информации в режиме реального времени используются запатентованные алгоритмы.

Излучение стеновизора XLR80 полностью безопасно для человека и соответствует международным требованиям и рекомендациям по воздействию на человека — ICNIRP-2008, FCC OET-65 Издание 97-01 и IEEE C95.1-2005.

Благодаря возможности сбора информации о наличии живых объектов за стенами на расстоянии более 100 м, дистанционный стеновизор «Xaver LR80» является оптимальным выбором для проведения операций не только в условиях городской застройки, но и на открытой местности с редкими строениями. Предоставляя в условиях отсутствия прямой видимости с больших расстояний критически важную информацию о наличии живых объектов в запреградном пространстве, стеновизор XLR80 обеспечивает высокий уровень ситуационной осведомленности подразделения при проведении тактических операций, а также ведении разведки, наблюдения и рекогносцировки. В свою очередь, ситуационная осведомленность позволяет сохранить жизнь личного состава, обеспечить значительное оперативное преимущество и возможность «шагнуть в известное».

Пример использования стеновизора XLR80 проиллюстрирован ниже на скриншотах видео, размещенного на сайте производителя стеновизора XLR80 компании Camero¹. Видео доступно по ссылке <https://youtu.be/f30eY10UroA>.

Для дистанционного запреградного контроля наличия живых объектов необходимо обеспечить точное наведение стеновизора XLR80 на объект, в котором предполагается их наличие (рис. 5.171, 5.172).



Рис. 5.171. Наведение дистанционного стеновизора на объект

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-lr-80/> (перевод В. М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.172. Наведение дистанционного стеновизора на объект

После наведения стеновизора XLR80 на объект оператор приступает к анализу отображенной на планшете информации, полученной с помощью запатентованных алгоритмов и способов обработки сигналов.

На рисунке 5.173 представлена ситуация, в которой один живой объект был детектирован в запреградном пространстве здания на расстоянии около 105 м.



Рис. 5.173. Живой объект в здании, расположенном на расстоянии 105 м

Движение объекта вперед и назад отображено на планшете с помощью пилообразного графика, который позволяет оценить расстояние от стеновизора до объекта в режиме реального времени.

После исследования первого здания оператор приступил к определению наличия живых объектов в соседнем здании, расположенном справа (рис. 5.174, 5.175).



Рис. 5.174. Наведение дистанционного стеновизора XLR80 на соседнее здание



Рис. 5.175. Наведение дистанционного стеновизора XLR80 на соседнее здание

В соответствии с данными, отображенными на планшете стеновизора XLR80 (рис. 5.176), во втором здании детектировано наличие двух человек.



Рис. 5.176. Наличие двух человек во втором здании на расстоянии 116 м

На планшете стеновизора XLR80 представлены два графика — пилообразный и в виде прямой. Пилообразный график на планшете позволяет оператору сделать вывод о том, что один человек в данном здании движется вперед и назад. Второй график, прямая, показывает присутствие второго человека в здании, который неподвижно сидит.

К основным функциональным особенностям дистанционного стеновизора XLR80 относятся¹:

- дальность детектирования наличия и количества живых объектов за стеной на удалении от объекта составляет более 100 м;
- достоверное обнаружение живых объектов за наиболее распространенными радиопрозрачными материалами стен, а также точное определение расстояния от стеновизора до обнаруженных объектов;
- одновременное обнаружение движущихся и неподвижных живых объектов;
- управление стеновизором с помощью 10-дюймовой сенсорной панели с простым, интуитивно понятным пользовательским интерфейсом;
- встроенная запись и воспроизведение данных для анализа, обучения и подведения итогов после операции;
- уникальные запатентованные алгоритмы и процедуры обработки сигналов;
- стеновизор оснащен специальным прицелом, который позволяет легко направлять луч на цель;
- портативность и готовность к использованию одним пользователем по нажатию кнопки.

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-lr-80/> (перевод В.М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).

Технические характеристики стеновизора XLR80 представлены в таблице 5.53¹.

Таблица 5.53

Технические характеристики стеновизора XLR80

Характеристика	Значение
Дальность обнаружения	Более 100 м
Размер пятна для 70 м	7 м
Вес устройства	19,5 кг
Время работы с аккумуляторами	7 ч (с двумя внутренними аккумуляторами)
Габариты (ДхШхВ)	106х108х40 см
Минимальная скорость цели	0 м/с
Длительность записи	12 ч

Перспективы технологии видения объектов через стены^{2,3}

Компания Camero, производитель стеновизоров линейки «Xaver», считает «весьма маловероятным» развитие радиолокационной технологии стеновизоров до уровня, при котором мы действительно можем «видеть сквозь стены» так, как мы видим глазами. Тем не менее, данная технология не только способна обеспечить в реальном времени достоверную визуализированную информацию о запреградном пространстве, что вполне достаточно с оперативной точки зрения, но и обладает потенциалом для дальнейшего развития.

Для преодоления ограничений существующих стеновизоров (систем STTW — sense-through-the-wall), компания Camero предполагает следующие направления развития:

- создание улучшенных, более точных и достоверных возможностей визуализации, которые помогут пользователям еще лучше понять, что происходит в запреградном пространстве;
- использование многоуровневого искусственного интеллекта с использованием современных процедур, таких как машинное обучение.

Новое поколение стеновизоров (систем STTW) может быть построено на основе множества датчиков, размещенных на земле и в воздухе с помощью роботов и беспилотных летательных аппаратов. Подобный подход обеспечит создание всеобъемлющей картины запреградного пространства зданий, домов и других сооружений.

В частности, в рамках данного направления компанией Camero были предложены следующие перспективные решения, находящиеся в стадии разработки^{4,5}:

- использование в качестве носителя наземного робота с закрепленным на ручном манипуляторе стеновизором;
- использование БПЛА с грузоподъемностью в несколько килограмм для доставки стеновизора на крышу здания.

Первым реализованным шагом в данном направлении можно считать «систему систем» XaverNet на базе коммерческого планшета, которая позволяет пользователю не только

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-lr-80/> (перевод В.М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (перевод В. М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).

³ Alex Alexeev. У стен есть глаза // Военное обозрение. 2020. 21 августа.

⁴ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (перевод В. М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Alex Alexeev. У стен есть глаза // Военное обозрение. 2020. 21 августа.

удаленно, находясь вне зоны поражения, получать в режиме реального времени визуальные данные о запреградном пространстве от четырех стеновизоров «Xaver-100» или «Xaver-400», но и одновременно дистанционно управлять этими устройствами и переключаться между ними на расстоянии до 200 м в пределах прямой видимости. К сожалению, в XaverNet пока не реализована функция формирования единой картины запреградного пространства на основании данных от всех четырех стеновизоров.

Модульный принцип построения перспективных стеновизоров, как ожидается, будет сопровождаться интеграцией с другими детекторами, такими как специальные камеры, тепловизионные устройства и дистанционные устройства сбора аудиоинформации. Стеновизор в данном случае будет выступать всего лишь в качестве одного из сенсоров модульной системы, установленной на автономном носителе.

Вполне вероятно, что в будущем применение стеновизоров не будет ограничено элитными подразделениями и силами специального назначения. Борьба с преступностью и решение антитеррористических задач несомненно потребует оснащения стеновизорами большего числа подразделений вооруженных сил, правоохранительных органов и других ведомств.

Стеновизоры, произведенные в Российской Федерации

Визуализация запреградного пространства с возможностью определения признаков жизни с помощью стеновизора обеспечивает весомое оперативное преимущество и значительно повышает ситуационную осведомленность подразделения при проведении специальной операции.

История развития технологии радиолокационной визуализации запреградного пространства за рубежом насчитывает уже несколько десятилетий¹. Первый сверхширокополосный радар был представлен в 1970-х гг., а первый практический образец сверхширокополосного радара под названием «микромощный импульсный радар» был разработан Томасом Макьюэном, инженером из Ливерморской национальной лаборатории имени Лоуренса, только в 1990-х гг. Однако даже после этого потребовались годы, чтобы получить первую полевую систему, которая позволяла операторам обнаруживать перемещения людей через стены и примерно определять их местоположение.

В нашей стране процесс освоения стеновизоров начался не так давно. Учитывая растущие требования к технологической оснащенности специальных подразделений вооруженных сил, органов внутренних дел и других ведомств, а также курс на импортозамещение и технологическую независимость, российские предприятия представили линейку отечественных стеновизоров собственного производства.

По информации открытых источников, отечественные стеновизоры успешно прошли испытания и были приняты на вооружение различными специальными подразделениями. В сентябре 2014 г. Министерство внутренних дел РФ заключило контракт на 36 стеновизоров двух моделей из линейки «Данник»^{2,3} с общей стоимостью закупок, превышающей 60 млн рублей. Наименования конкретных подразделений, получивших стеновизоры, не раскрывались.

В ноябре 2016 г. были завершены испытания стеновизора РО-900 в Росгвардии. Конкретные подразделения, получившие стеновизоры в 2017 г., также не назывались⁴.

Ниже будут рассмотрены отечественные стеновизоры РО-900 (аналог «Xaver 100») и РО-400/2D (аналог «Xaver-400») производства ООО «Логические системы», а также стеновизор «Данник-5» производства ФГУП СКБ ИРЭ РАН.

¹ Сайт производителя компании Camero. URL: <https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (перевод В. М. Соколова) (дата обращения: 01.03.2023).

² Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.

³ Сайт ЕИС Закупки. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ea44/view/common-info.html?regNumber=0173100012514000143> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.

Портативный радар (стеновизор) для оперативного обнаружения объектов за стенами РО-900^{1,2,3,4,5}

Портативный радар (стеновизор) для оперативного обнаружения объектов за стенами РО-900 производится российской компанией ООО «Логические системы» и является российским аналогом стеновизора «Xaver-100» со сходным форм-фактором.

Компактная форма, небольшой вес и простой пользовательский интерфейс позволяют использовать стеновизор РО-900 в качестве ручного прибора для получения информации о наличии признаков жизни за оптически непрозрачными преградами при проведении специальных операций.

Внешний вид радара-обнаружителя РО-900 представлен на рисунке 5.177⁶.



Рис. 5.177. Радар-обнаружитель РО-900

На рисунке 5.177 указаны следующие обозначения: 1 — дисплей; 2 — кнопки управления; 3 — ручка с аккумуляторами или элементами питания; 4 — крышка ручки (блока аккумуляторов); 5 — соединитель порта USB; 6 — схема назначения кнопок.

Стеновизор РО-900 может работать в режиме «радар-обнаружитель» при котором обеспечивается возможность обнаружения людей за преградами из радиопрозрачных материалов на дальностях не менее 15 м, и в режиме «георадар», позволяющем исследовать грунт на глубину не менее 500 мм.

В органах внутренних дел и в подразделениях специального назначения стеновизор (портативный радар) РО-900 может применяться для выполнения следующих оперативных задач при проведении поисковых, боевых и спасательных операций^{7,8,9}:

¹ Сайт Информационного агентства «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72330/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Техника для спецслужб. URL: <https://www.t-ss.ru/portativnyj-radar-dlya-operativnogo-obnaruzheniya-ob-ektov-za-stenami-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL: https://www.geo-spektr.ru/files/re_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.

⁶ Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL: https://www.geo-spektr.ru/files/re_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁷ Сайт Техника для спецслужб. URL: <https://www.t-ss.ru/portativnyj-radar-dlya-operativnogo-obnaruzheniya-ob-ektov-za-stenami-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁸ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁹ Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL: https://www.geo-spektr.ru/files/re_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

— обнаружение по дыханию или движению подвижных и малоподвижных живых объектов, при ведении сканирования через радиопрозрачные преграды, в том числе через кирпичные или железобетонные стены, многослойные перекрытия и другие строительные конструкции;

— определение расстояния от радиопрозрачной преграды до объекта;

— определения траектории перемещения объекта за радиопрозрачной преградой;

— обнаружение людей под завалами при проведении спасательных работ;

— проведение поисковых работ в целях обнаружения схронов, тайников, закладок взрывчатых веществ и других металлических и неметаллических объектов различных размеров, расположенных в непроводящих средах (грунт, вода, строительные конструкции и т. п.).

Радар-обнаружитель РО-900 разработан по георадарной технологии, основанной на явлении отражения электромагнитных волн от поверхностей, на которых меняются электрические свойства. Основным параметром среды является ее диэлектрическая проницаемость. Чем больше разница диэлектрических проницаемостей обследуемых сред, тем контрастнее выделяются границы между этими средами при зондировании георадарным методом.

При зондировании георадарным методом подвижных объектов георадар-обнаружитель устанавливается стационарно. При георадарном зондировании среды георадар перемещается по обследуемой поверхности.

Работа стеновизора РО-900 в режиме «радар-обнаружителя»^{1,2}

При работе в режиме «радар-обнаружителя» (рис. 5.178–5.180) изделие устанавливается стационарно вплотную к стене (преграде), при этом передающая и приемная антенны направлены в сторону обнаруживаемых объектов.



Рис. 5.178. Работа стеновизора РО-900 в режиме «радар-обнаружителя»

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL:https://www.geo-spektr.ru/files/re_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.179. Применение стеновизора РО-900 в режиме «радара-обнаружителя» в боевой обстановке



Рис. 5.180. Применение стеновизора РО-900 в режиме «радара-обнаружителя» в боевой обстановке

Конструктивно в состав радара-обнаружителя входят передатчик с излучающей антенной, который излучает короткие сверхширокополосные импульсы, и приемник с приемной антенной. Работа радара-обнаружителя основана на принципах классической радиолокации. Передатчик радара-обнаружителя излучает в исследуемое помещение электромагнитную волну, которая, распространяясь в воздухе и проникая сквозь радиопрозрачные преграды, отражается от любых объектов, находящихся в этом помещении, — как неподвижных, так и перемещающихся относительно изделия.

Отраженный сигнал принимается приемной антенной, преобразовывается в цифровой вид, обрабатывается и выводится на дисплей в виде двухмерного изображения — радарограммы. Обработка принятого сигнала ведется по специальным алгоритмам, которые позволяют выделить подвижные и малоподвижные живые объекты по движению или дыханию. Вывод результатов зондирования на экран изделия происходит справа налево. Результаты зондирования визуализируются на экране изделия в режиме реального времени. Так как информация на дисплее выводится в реальном времени, приближение или удаление объекта отображается в виде наклонной прямой (рис. 5.181).



Рис. 5.181. Отображение информации на дисплее стеновизора PO-900

На радарограмме (рис. 5.182)¹ показан пример визуализации результатов зондирования запреградного пространства с помощью стеновизора РО-900.

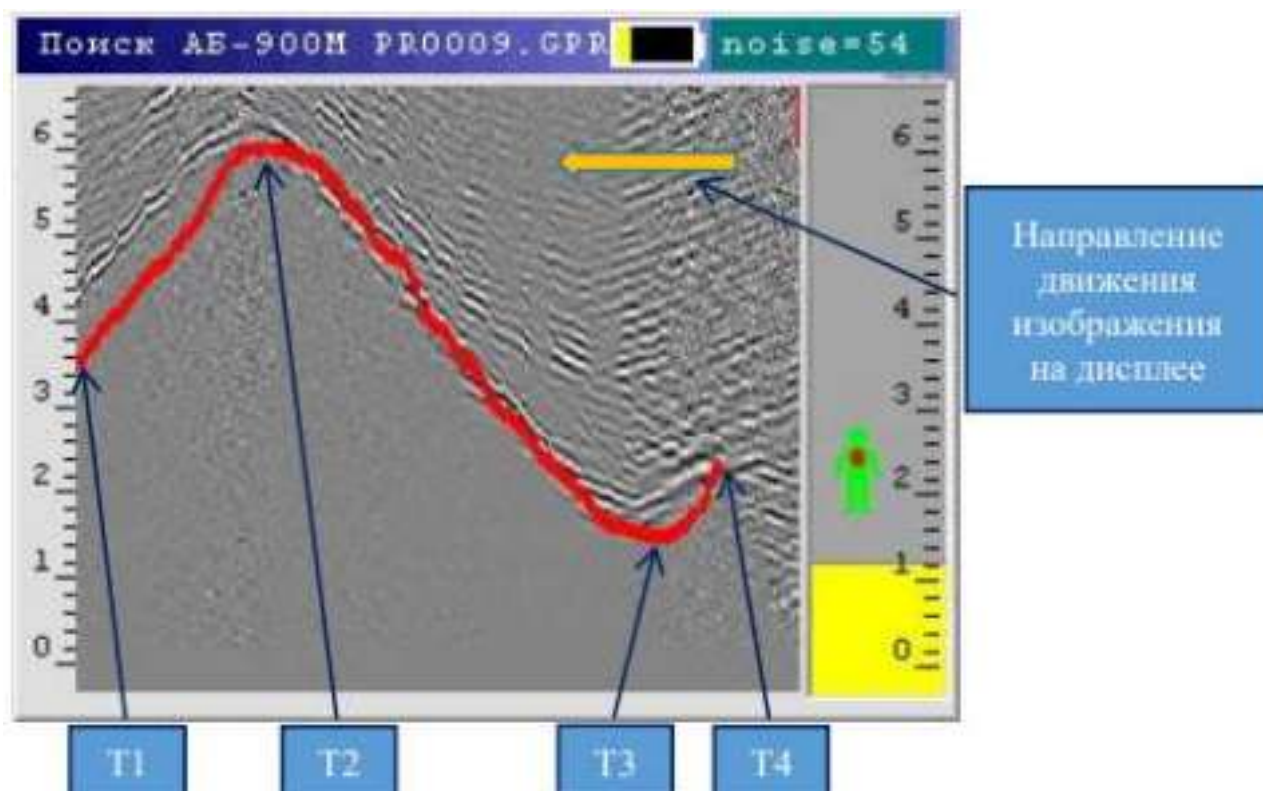


Рис. 5.182. Пример визуализации результатов зондирования запреградного пространства с помощью стеновизора РО-900

В момент T1 начала зондирования объект был обнаружен на дистанции 3,4 м от изделия. Перемещаясь, объект удаляется от изделия и в момент T2 находится на дистанции 6 м. Далее объект, перемещаясь, в момент T3 приближается на дистанцию 1,5 м к изделию, перемещаясь далее, в момент T4 находится на дистанции 2,4 м от изделия.

Для удобства визуального восприятия результатов зондирования сигналы, отраженные от движущихся объектов, закрашиваются красными маркерами, а на метке ставится красный кружок. Синие метки на радарограмме показывают результаты детектирования признаков жизни по дыханию и выдаются каждые 20 с при отсутствии обнаружения по движению. По шкалам дистанций, расположенным в правой и левой зонах экрана изделия, можно определить расстояние от изделия до движущегося объекта за преградой.

В стеновизоре РО-900 реализован двойной алгоритм, при котором параллельно работают алгоритмы обнаружения живых объектов по движению и по дыханию. Результаты зондирования помещения с обнаружением объекта в режиме «Псевдо 3D» с отображением графика дыхания показаны на рисунках 6.38–6.40².

График дыхания (выделен желтым) показывает уровень сигнала дыхания на каждой точке дистанции. При движении объекта стрелками показывается направление его движения, а также маркер человека помечается красным кружком. При обнаружении по дыханию — кружок синий. Если после обнаружения по дыханию объект стал перемещаться, то график останется и обновится лишь при новом цикле обнаружения по дыханию (рис. 5.183).

¹ Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL: https://www.geo-spektr.ru/files/ge_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

² Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL: https://www.geo-spektr.ru/files/ge_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

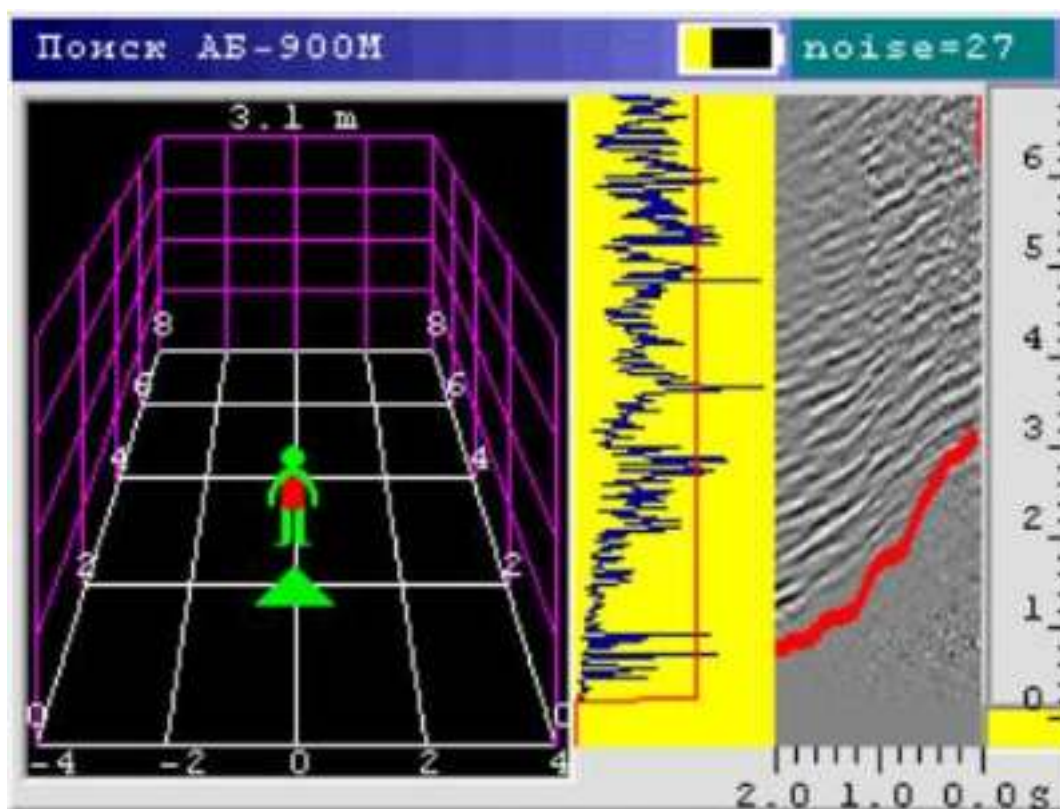


Рис. 5.183. Перемещение объекта после обнаружения по дыханию

После включения прибора, желтое поле графика остается пустым до первого цикла обнаружения по дыханию (рис. 5.184).

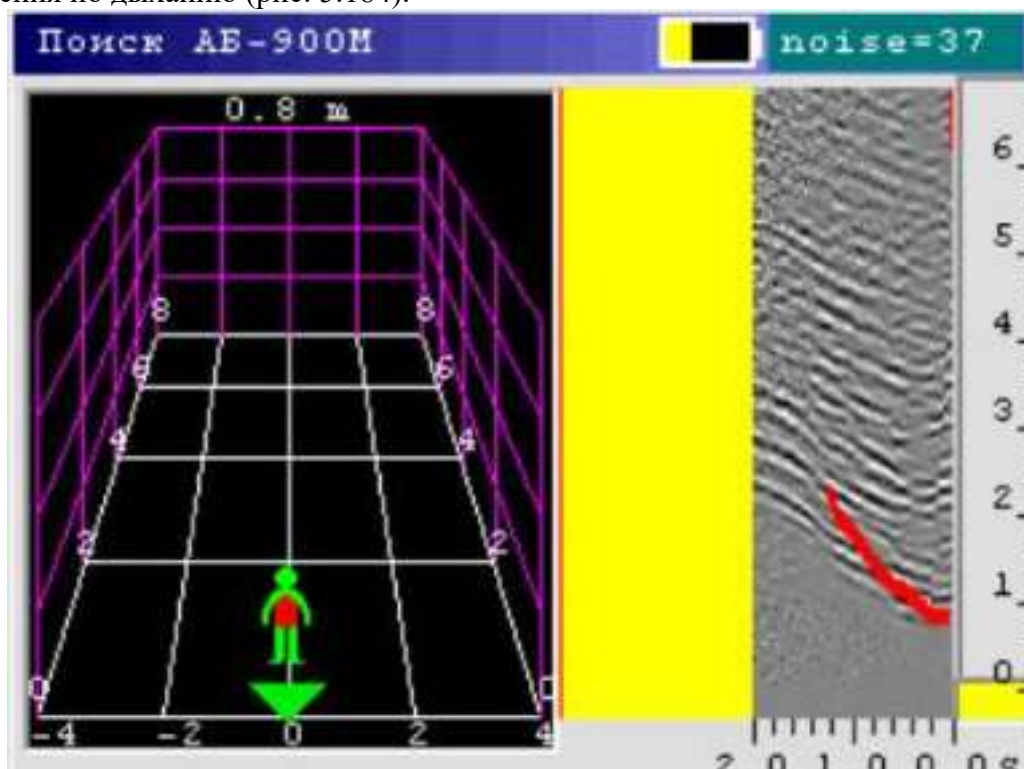


Рис. 5.184. Радарограмма до первого цикла обнаружения по дыханию

График по дыханию начинает отображаться в желтом поле после первого цикла обнаружения по дыханию (рис. 5.185).

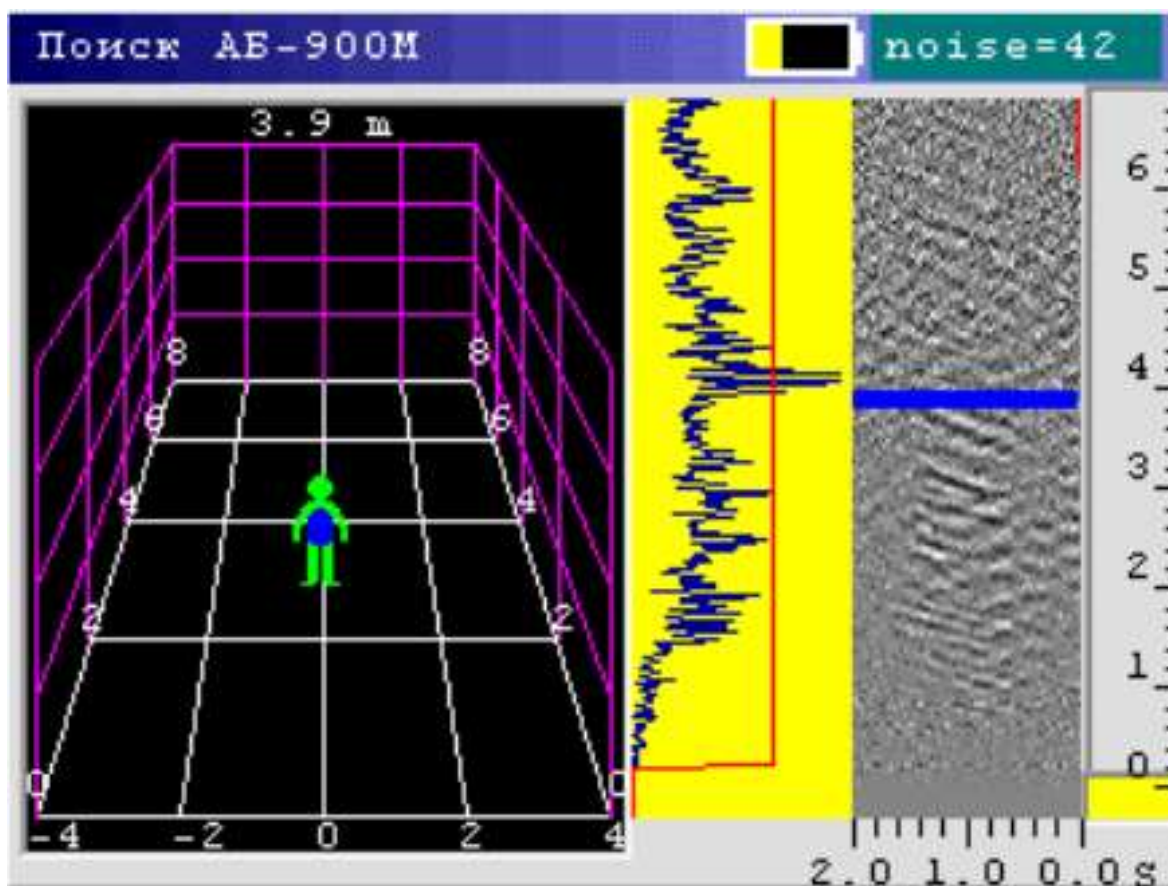


Рис. 5.185. Радарограмма после первого цикла обнаружения по дыханию

Прибор максимально чувствителен к какому-либо движению, в том числе к дыханию. Для получения максимально точного и корректного результата при работе с прибором необходимо следовать следующим правилам¹:

- по возможности, приставить прибор к стене;
- при работе с прибором оператор и люди, стоящие рядом, должны сохранять полную неподвижность;
- если есть возможность, работать с прибором, не находясь в окружении людей.

При обнаружении неподвижных живых объектов необходимо учитывать перечисленные ниже факторы и следовать определенным правилам²:

- обнаружение неподвижных живых объектов сложнее, чем подвижных;
- живые объекты, которые не передвигаются, все равно совершают те или иные жизнеобеспечивающие движения (дыхание, сердцебиение, неосознанные телодвижения время от времени), что и позволяет обнаружить цель;
- при обнаружении большую роль играет то, в каком положении находится цель: человек в положении стоя — самый легкий вид для обнаружения; человек в положении сидя совершает уже менее значительные движения, что затрудняет обнаружение; и самый сложный вид — человек в положении лежа;

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

- при обнаружении будьте терпеливы, дождитесь 3–4-х срабатываний режима «обнаружение по дыханию»;
- используйте самый высокий уровень чувствительности, который не вызывает ложных сигналов;
- по возможности очистите пространство рядом с прибором;
- если при работе Вы не уверены, что на экране — объект, или Вы сами — попробуйте двигаться время от времени и смотрите за результатами на экране;
- если объект находится в «мертвой зоне», то прибор не сможет его обнаружить, попробуйте переместить прибор на другую точку стены (как влево-вправо, так и вверх-вниз) и повторить процесс обнаружения;
- ложные отражения от оператора, как правило, появляются в первых (1–2) метрах дальности обнаружения;
- полые стены (гипсокартон и т. д.) гораздо слабее экранируют излучение в заднюю полусферу. При работе на таких стенах прибор более чувствителен к движению и дыханию оператора.

Работа стеновизора РО-900 в режиме «георадар»^{1,2}

В отличие от работы в режиме «радар-обнаружителя», требующем обеспечения полной неподвижности оператора и стеновизора, при георадарном зондировании среды изделие перемещается по обследуемой поверхности. При этом электромагнитный импульс излучается не в помещение, а в исследуемую среду и отражается от находящихся в ней предметов или любых неоднородностей, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость или проводимость. Такими неоднородностями могут быть локальные объекты, пустоты, границы раздела слоев строительных конструкций, участки с различной влажностью, а также схроны, тайники, закладки взрывчатых веществ и т. д.

Для подповерхностной радиолокации используются короткие импульсные сигналы. Для формирования таких импульсов используется возбуждение широкополосной антенны перепадом напряжения с передним фронтом малой длительности. Прямая обработка импульсов такой малой длительности (сотни пикосекунд) достаточно сложна. Поэтому применяют метод, называемый в литературе методом стробоскопического преобразования. Блоком управления формируются команды, которые пересылаются в приемный и передающий блоки. Передающее устройство формирует сигналы, которые излучаются передающей антенной в исследуемую среду. Отраженные сигналы принимаются приемной антенной, обрабатываются в приемном блоке и пересылаются в блок обработки и индикации. Блок обработки и индикации формирует двухмерное изображение принятых сигналов и выводит их на индикатор (дисплей) в реальном масштабе времени.

При перемещении изделия по обследуемой поверхности на экран монитора выводится совокупность сигналов (радарограмма, или профиль), по которой можно определить местонахождение, глубину залегания и протяженность объектов. Пример радарограммы при работе стеновизора РО-900 в режиме «Георадар» представлен на рисунке 5.186.

¹ Там же.

² Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL:https://www.geo-spektr.ru/files/ge_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

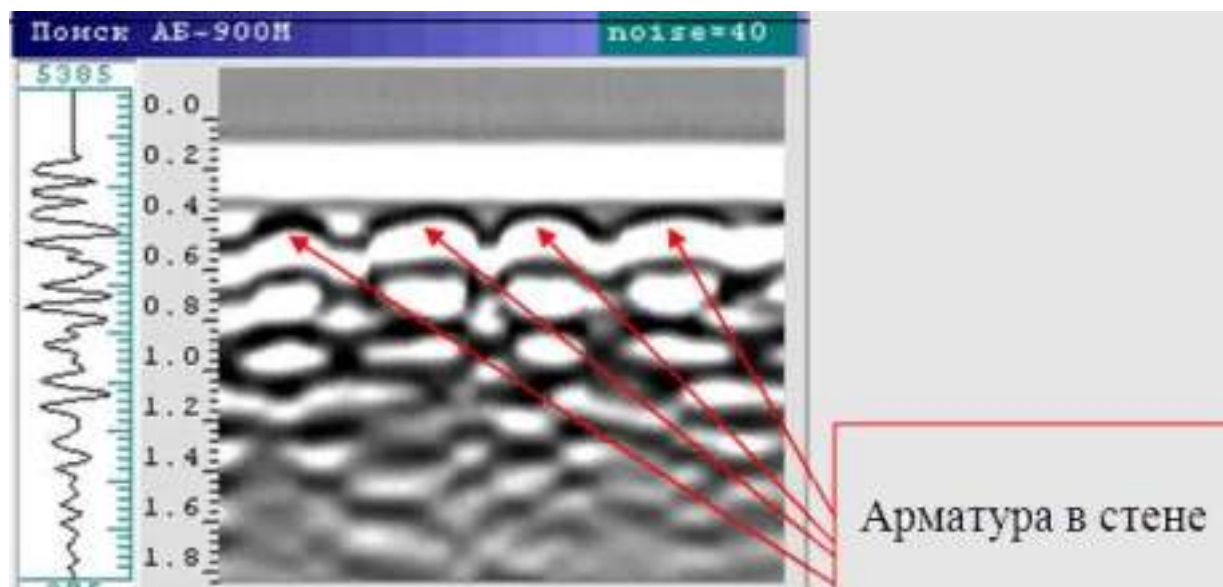


Рис. 5.186. Пример радарограммы при работе стеновизора РО-900 в режиме «Георадар»

Технические характеристики ручного стеновизора РО-900 представлены в таблице 5.54^{1,2,3}.

Таблица 5.54

Технические характеристики стеновизора РО-900

Характеристика	Значение/Особенности
Центральная частота спектра	900 МГц $\pm$ 20%
Максимальная дальность обнаружения людей по движению через железобетонные стены толщиной 0,4м	Не менее 8 м
Максимальная дальность обнаружения людей на открытом пространстве	Не менее 15 м
Максимальная дальность обнаружения людей по дыханию через кирпичные стены толщиной 0,25м	Не менее 5,0 м
Максимальная глубина обнаружения изделия в режиме «Георадар» (для сред с малым затуханием)	Не менее 0,5 м
Разрешающая способность изделия в режиме «Георадар» по глубине	Не хуже $\pm$ 0,1 м
Протестированный материал стен	Кирпич, бетон, армированный бетон
Время подготовки к работе	Не более 1 мин
Напряжение питания	9,6–16,8 В
Потребляемая мощность	Не более 5 Вт
Время непрерывной работы от одного комплекта аккумуляторов	Не менее 2 ч

¹ Сайт Информационного агентства «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72330/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Техника для спецслужб. URL:<https://www.t-ss.ru/portativnyj-radar-dlya-operativnogo-obnaruzheniya-ob-ektov-za-stenami-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-900/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
CR123A	
Время непрерывной работы от одного комплекта элементов питания DL123A	Не менее 3,5 ч
Степень защиты от внешних воздействий	IP65
Габариты	252x105x85 мм
Масса изделия с элементами питания (без элементов питания)	0,95 (0,85) кг
Диапазон рабочих температур	От — 20 до + 50°C

Состав комплекта радара-обнаружителя РО-900 в кейс-укладке представлен на рисунке 5.187^{1,2}.

На рисунке 5.187 приведены следующие элементы из состава комплекта радара-обнаружителя РО-900 в кейс-укладке:

1 — радар-обнаружитель РО-900; 2 — сумка РО-900; 3 — зарядное устройство; 4 — комплект батарей типа DL123A (4шт.); 5 — Flash накопитель с программным обеспечением GeoScan32; 6 — в укладке под радаром-обнаружителем находится комплект аккумуляторов CR123A (4шт.) и кабель USB.



Рис. 5.187. Состав комплекта радара-обнаружителя РО-900 в кейс-укладке

¹ Там же.

² Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. URL:https://www.geo-spektr.ru/files/ge_ro-900_28_05_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Радар-обнаружитель РО-400 2D^{1,2,3,4}

Основной задачей двухканального радара-обнаружителя РО-400 2D (рис. 5.188) является детектирование живых объектов по движению за железобетонными или кирпичными стенами, а также за многослойными преградами. Визуализация запреградного пространства на экране РО-400 2D в режиме реального времени в двумерном формате (2D) позволяет оператору определить местоположение и расстояние до движущегося за преградой объекта и обеспечить тем самым значительное оперативное преимущество подразделения при проведении специальной операции.



Рис. 5.188. Радар-обнаружитель РО-400 2D с дополнительным антенным блоком

Основными элементами, которые входят в состав двухканального радара-обнаружителя РО-400 2D являются основной антенный блок АБ-400СН1, пульт управления, выполненный на базе защищенного планшетного компьютера с беспроводным интерфейсом Wi-Fi и дополнительный антенный блок.

Технические характеристики антенного блока «АБ-400СН1» представлены в таблице 5.55⁵. Технические характеристики радара-обнаружителя РО-400 2D представлены в таблице 5.56^{6,7,8}.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля.

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт компании «Геотех». URL:<https://geotechru.com/wp-content/uploads/2017/08/gprdetectors-1.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁷ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁸ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица. 5.55

Технические характеристики антенного блока «АБ-400СН1»

Характеристика	Значение
Центральная частота	400 МГц
Габариты (без дополнительной антенны)	396×286×155 мм
Масса (без дополнительной антенны)	4,3 кг
Время непрерывной работы от одного аккумуляторного блока питания	Не менее 4 ч
Исполнение	IP-66
Диапазон рабочих температур	-20...+50°C

Таблица 5.56

Технические характеристики радара-обнаружителя РО-400 2D

Характеристика	Значение
Разрешение	0,15 м
Максимальная дальность обнаружения	21 м
Центральная частота	400 МГц
Габариты	960x290x 155 мм
Масса	5.8 кг
Время непрерывной работы	Не менее 4 ч
Исполнение	IP66
Диапазон рабочих температур	-20... +50°C

Управление радаром-обнаружителем РО-400 2D осуществляется дистанционно по беспроводному интерфейсу Wi-Fi с помощью специального программного обеспечения, установленного на защищенном планшетном компьютере, на базе которого построен пульт управления. Пример использования пульта управления РО-400 2D в боевых условиях представлен на рисунке 5.189.



Рис. 5.189. Пример использования пульта управления, выполненного на базе защищенного планшетного компьютера, в боевых условиях

Радар-обнаружитель РО-400 2D разработан на основе георадарной технологии. Поэтому, как и РО-900, РО-400 2D может работать не только в режиме обнаружения движущихся объектов в запреградном пространстве, но и в режиме поискового георадара.

Режим обнаружения движущихся объектов^{1,2,3}

Смонтированный на треноге радар-обнаружитель РО-400 2D с дополнительным антенным блоком в режиме обнаружения движущихся объектов представлен на рисунке 5.190.



Рис. 5.190. Смонтированный на треноге радар-обнаружитель РО-400 2D с дополнительной антенной в режиме обнаружения движущихся объектов

Радар-обнаружитель РО-400 2D в режиме обнаружения движущихся объектов предназначен:

- для обнаружения живых объектов по движению и по дыханию при ведении сканирования через преграды, в том числе разнесенные многослойные, выполненные из радиопрозрачных материалов, таких как кирпич, железобетон, дерево и др.;
- для определения расстояния до человека и угловой координаты объекта;
- для двумерной визуализации обнаруженного объекта в режиме реального времени.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

Применение радара-обнаружителя РО-400 2D с дополнительной антенной в режиме обнаружения движущихся объектов при проведении специальной операции приведено на рисунке 5.191.



Рис. 5.191. Применение радара-обнаружителя РО-400 2D при проведении специальной операции

В режиме обнаружения движущихся объектов дистанция обнаружения людей по движению радаром-обнаружителем РО-400/2D при зондировании через железобетонные стены толщиной 0,6 м составляет не менее 7 м, а при зондировании через кирпичные стены толщиной 0,35 м — не менее 12 м. Максимальная дальность обнаружения составляет 21 м.

К дополнительным возможностям радара-обнаружителя РО-400 2D в режиме обнаружения движущихся объектов относятся следующие функции^{1,2,3}:

- работа в режиме непрерывного автономного дежурства с сохранением результатов зондирования и выдачей сигнала тревоги при обнаружении людей;
- дистанционное управление радаром-обнаружителем на безопасном расстоянии от места операции на расстоянии до 100 м в пределах прямой видимости;
- беспроводная передача видео (опционально);
- возможность размещения на борту роботизированного комплекса с грузоподъемностью от 5 кг;
- возможность использования одной антенны при работе в формате 1.5D.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

Примеры визуализации запреградного пространства в пользовательском интерфейсе радара-обнаружителя РО-400 2D приведены на рисунках 5.192–5.194^{1,2}.

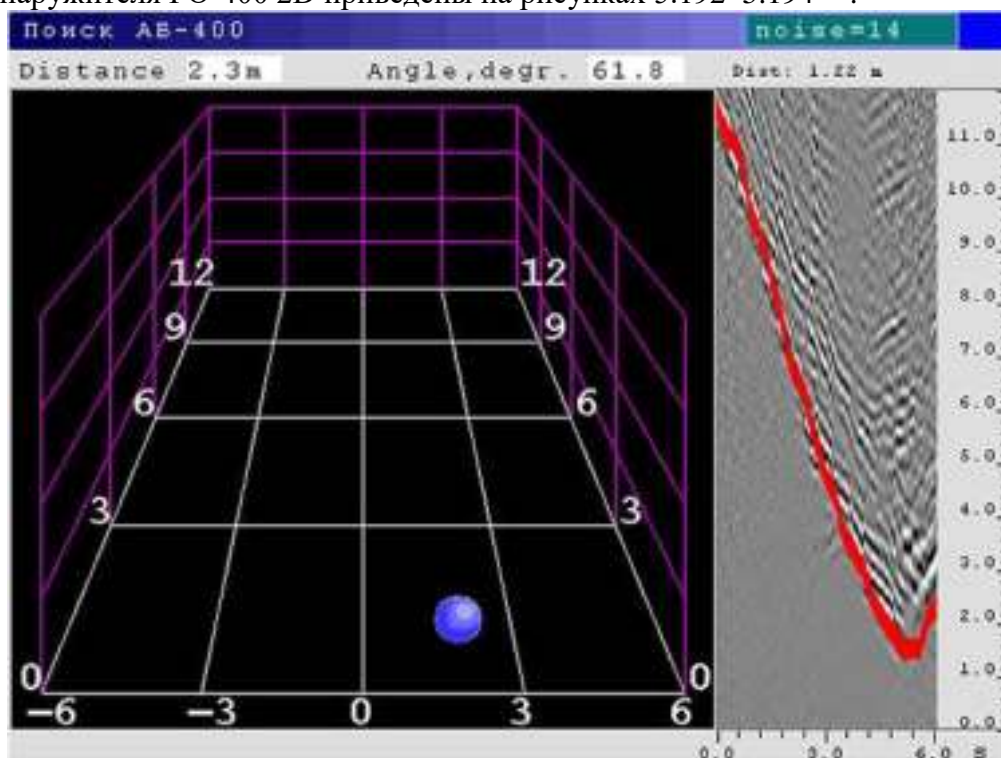


Рис. 5.192. Интерфейс РО-400 2D в режиме обнаружения движущихся объектов (Режим 2D)

На рисунке 5.192 показано окно монитора радара-обнаружителя РО-400 2D в режиме обнаружения движущихся объектов (Режим 2D). На рисунке 5.193 изображено окно программы «Detector» в режиме обнаружения движущихся объектов (Режим 1.5D).

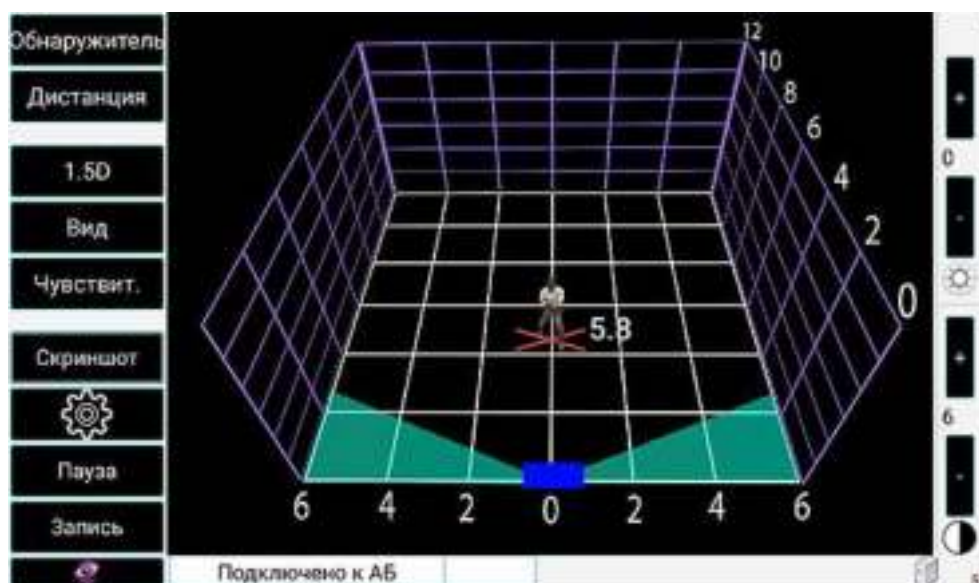


Рис. 5.193. Окно программы «Detector» в режиме обнаружения движущихся объектов (Режим 1.5D)

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт «Техника для спецслужб». URL: <https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

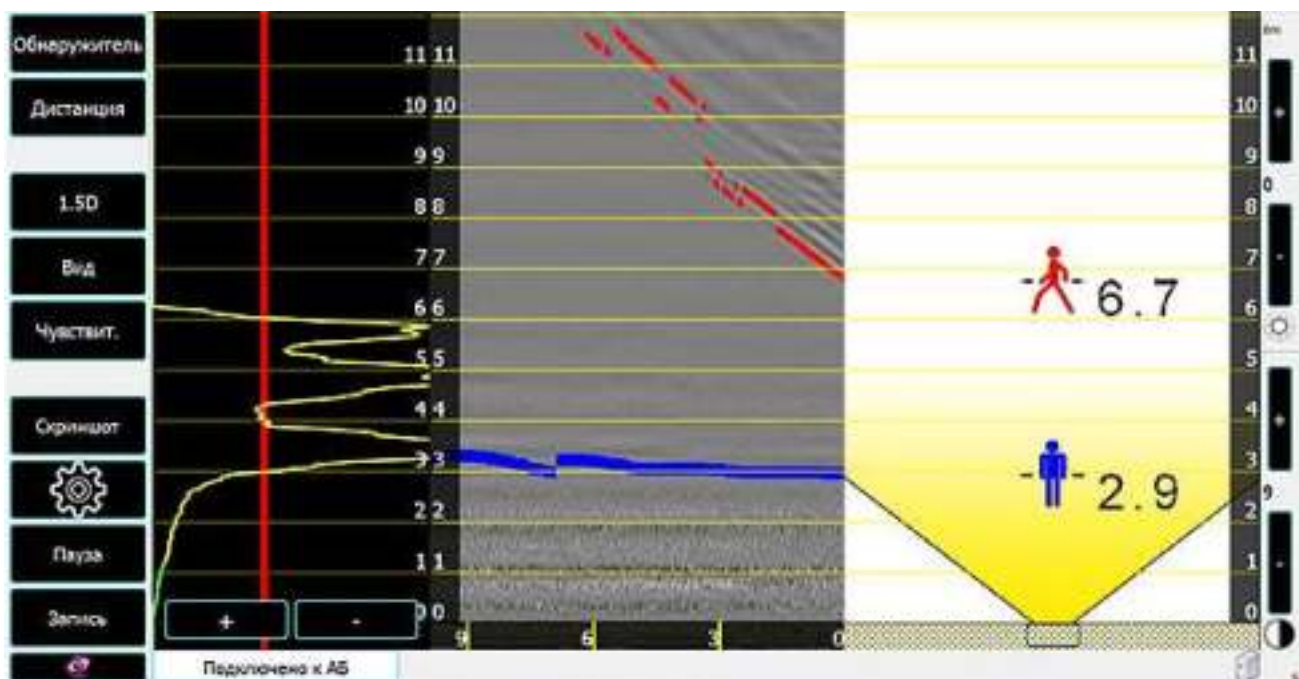


Рис. 5.194. Отображение в окне программы одновременного обнаружения объектов по дыханию (2.9 м) и по движению (6.7 м) в формате 1.5D.

На рисунке 5.194 представлено отображение в окне программы одновременного обнаружения объектов по дыханию (2.9 м) и по движению (6.7 м) в формате 1.5D.

Режим поискового георадара^{1,2,3}

В режиме поискового георадара радар-обнаружитель РО-400 2D может применяться:

- для проведения поисковых работ в целях обнаружения подземных схронов, тайников, подкопов и ходов;
- для обнаружения минно-взрывных устройств в металлических и неметаллических корпусах, а также безкорпусных ВУ в строительных конструкциях, под автомобильными и железными дорогами, в грунте;
- для обнаружения коммуникаций;
- для обнаружения контрабанды и криминальных захоронений.

В режиме поискового георадара глубина зондирования грунта радара-обнаружителя РО-400/2D составляет не менее 5 м. При этом разрешающая способность устройства не хуже 0,15 м.

Конфигурация элементов РО-400/2D, необходимых для проведения зондирования в режиме поискового георадара, приведена на рисунке 5.195.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.195. Конфигурация элементов РО-400/2D, необходимых для проведения зондирования в режиме поискового георадара

Применение радара-обнаружителя РО-400/2D в режиме поискового георадара приведено на рисунках 5.196, 5.197^{1,2,3}.

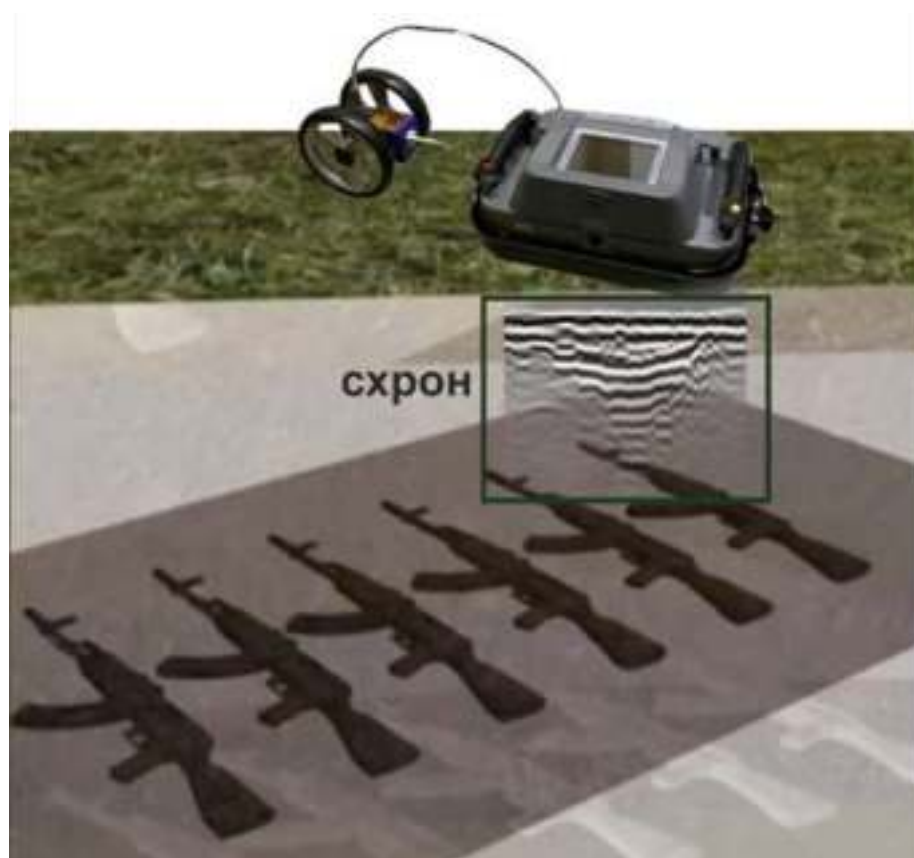


Рис. 5.196. Применение радара-обнаружителя РО-400/2D в режиме поискового георадара для поиска схрона с оружием

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.197. Результаты применения РО-400/2D в режиме поискового георадара

Полный состав РО-400 2D представлен в таблице 5.57^{1,2,3}.

Таблица 5.57

Состав радара-обнаружителя РО-400 2D

Наименование элемента	Количество, шт
Антенный блок АБ-400СН1	1
Антенный блок дополнительный	1
Блок питания БП-3,8/12	2
Блок управления (защищенный планшетный ПК)	1
Датчик перемещений ДП-32МД (либо ДП-32)	1
Штанга-ручка	1
Тренога	1
Зарядное устройство ЗУ-9	1
Основание	1
Радиомодем-СН	1

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Техника для спецслужб». URL:<https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

Наименование элемента	Количество, шт
Кассета для элементов питания (приобретается отдельно)	1
Ремень для переноски	1
Транспортная сумка (кейс) РО-400 2D	1
Документация (РЭ, формуляр), комплект	1
Программное обеспечение (CD), комплект	1
ЗИП, комплект	1

Радиолокатор для обнаружения людей за стенами «Данник-5»^{1,2}

Радиолокатор «Данник-5» (рис. 5.198) предназначен для обнаружения местоположения живых людей, находящихся за стенами и оптически непрозрачными преградами при проведении мероприятий по борьбе с терроризмом, для спасения людей под завалами при стихийных бедствиях, погребенных лавинами, находящихся в задымленных помещениях при пожарах.



Рис. 5.198. Радиолокатор для обнаружения людей за стенами «Данник-5»

Разработчиком и изготовителем радиолокатора для обнаружения людей за стенами «Данник-5» является Федеральное государственное унитарное предприятие Специальное

¹ Сайт производителя ФГУП СКБ ИПЭ РАН. URL: <https://www.sdbireras.ru/produkcziya/blizhnyaya-radiolokaczija/radiolokator-dlya-obnaruzheniya-lyudej-za-stenami-dannik-5> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6137&tbl=02.03.03.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

конструкторское бюро Института радиотехники и электроники Российской академии наук (ФГУП СКБ ИРЭ РАН).

Принцип действия радиолокатора «Данник-5» основан на зондировании объекта сигналом маломощного радиолокатора. Основные технические характеристики радиолокатора для обнаружения людей за стенами «Данник-5» приведены в таблице 5.58^{1,2}.

Таблица 5.58

**Основные технические характеристики радиолокатора
для обнаружения людей за стенами «Данник-5»**

Характеристика	Значение
Радиолокатор обнаруживает человека	
За стеной из дерева толщиной	0,4 м
За стеной из бетона толщиной	0,2 м
За стеной из кирпича толщиной	0,4 м
Наибольшее расстояние людей от стены	Не более 10 м
Расстояние радиолокатора до стены	Не более 10 м
Углы обзора	
По азимуту, градусы	120
По углу места, градусы	90
Разрешающая способность	
По азимуту	15°
По расстоянию	0,3 м
Время обнаружения	
Движущегося человека	Не более 2 с
Неподвижного человека	Не более 30 с
Общие	
Время подготовки к работе	Не более 5 мин
Время непрерывной работы	Не менее 4 ч
Масса	5 кг
Диапазон рабочих температур	-20 ... +40°C
Габариты	500x370x130 мм

5.2.2. Поисковые георадары

Как упоминалось выше, радары-обнаружители РО-900 и РО-400/2D способны работать в двух режимах: в режиме обнаружения движущихся объектов и в режиме поискового георадара. Классические поисковые георадары, которые являются отдельным классом поис-

¹ Сайт производителя ФГУП СКБ ИРЭ РАН URL:<https://www.sdbireras.ru/produkcziya/blizhnyaya-radiolokaczija/radiolokator-dlya-obnaruzheniya-lyudej-za-stenami-dannik-5> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6137&tbl=02.03.03.&p=1> (дата обращения: 01.03.2023).

ковых приборов, как и радары-обнаружители РО-900 и РО-400/2D, могут применяться в антитеррористических и специальных операциях для исследования структуры подповерхностного пространства.

Примером современного классического поискового георадара служит георадар «Око-3» производства компании ООО «Логические системы»¹, компании производителя радаров-обнаружителей РО-900 и РО-400/2D, (<http://logsys.ru>) и компании НПЦ «Геотех»² (<https://www.geotech.ru>), входящих в группу компаний «Логис — Геотех». Пример применения георадара «Око-3» при выполнении специальных задач приведен на рисунке 5.199.



Рис. 5.199. Пример использования георадара «Око-3» при выполнении специальных задач

Георадары «Око» нашли широкое применение в силовых структурах, в том числе в Генеральной прокуратуре, МВД, ФСБ, МЧС России и др. Приказом Председателя ГТК РФ от 18 мая 1999 г. георадары производства компании ООО «Логические системы» были приняты на снабжение таможенных органов ФТС России, а в 2009 г. приняты на вооружение ФСБ России.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/georadar-oko-3/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт НПЦ «Геотех». URL:https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

Физические основы георадиолокационного метода¹

Метод георадиолокации является методом геофизики и относится к группе электромагнитных методов изучения среды (грунтов или строительных конструкций, в зависимости от задачи). Георадарный метод основан на явлении отражения электромагнитных волн в диапазоне частот от 50 до 2 000 МГц от границ раздела поверхностей, на которых меняются электрические свойства среды.

Основным параметром среды является ее диэлектрическая проницаемость (ϵ). Излученный передающей антенной в исследуемую среду электромагнитный импульс отражается от находящихся в ней предметов или любых неоднородностей, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость или проводимость. Такими неоднородностями могут быть локальные объекты (как металлические, так и неметаллические), пустоты, подземные ходы, схроны, границы раздела слоев различных пород, участки с различной влажностью и т. д.

В итоге на вход приемной антенны поступает сигнал, представляющий собой комбинацию сигнала, излученного передающей антенной и попавшего непосредственно в приемную антенну (сигнал прямого прохождения или прямая волна), и сигналов, отраженных от различных неоднородностей исследуемой среды. Этот результирующий сигнал называется трассой и представляет из себя зависимость амплитуды сигнала от времени прихода отражения.

Схематичное отображение принципа георадиолокационного метода приведено на рисунке 5.200².

При перемещении (сканировании) георадара по поверхности исследуемой среды на экран монитора выводится набор трасс (радарограмма), по которым можно определить местонахождение, глубину залегания и протяженность объектов.

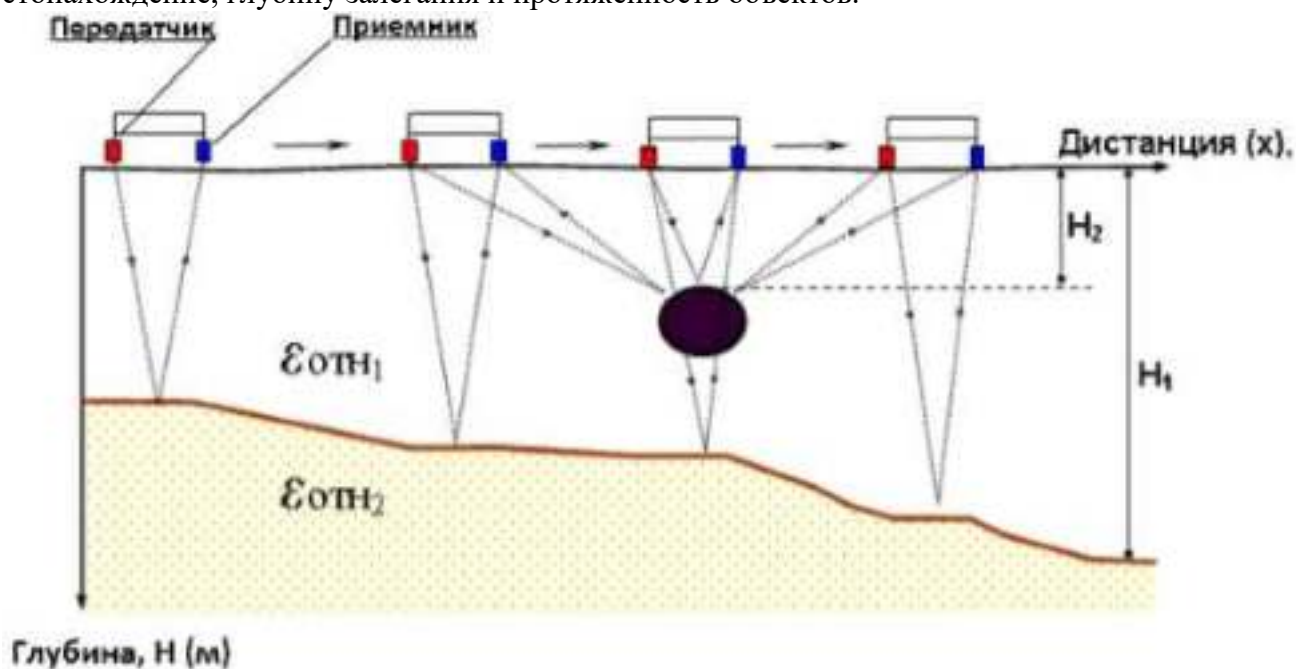


Рис. 5.200. Схематичное отображение принципа георадиолокационного метода

Принцип образования отраженных волн от границ слоев локального объекта проиллюстрирован на рисунке 5.201³.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/georadar-osnovy-metoda/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/georadar-osnovy-metoda/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.201. Принцип образования отраженных волн от границ слоев локального объекта

Первое отражение на радарограмме является прямой волной, которая в большинстве случаев одинакова для всех трасс профиля. Прямая волна определяется конструкцией антенны и поверхностью профиля.

Остальные волны на радарограмме являются волнами, отраженными от каких-либо слоев или локальных объектов в грунте (или другой среде исследования). Из-за широкой диаграммы направленности георадара отраженные сигналы от локальных объектов на радарограмме отображаются не только в точке непосредственно под георадаром, но также на некотором удалении в обе стороны. При этом расстояние до объекта на радарограмме описывается характерной гиперболой, образуя так называемую дифрагированную волну. Объект, от которого возникла отраженная волна, находится в точке, соответствующей вершине гиперболы.

С практической точки зрения самыми важными параметрами георадара являются глубина зондирования (глубинность) и разрешающая способность по глубине.

Под разрешающей способностью понимают минимальное расстояние по глубине, при котором определяются два различных объекта. Разрешающая способность зависит от длительности зондирующего импульса — чем меньше длительность импульса (соответственно, выше центральная частота), тем выше разрешающая способность.

Глубина зондирования зависит как от технических характеристик георадара (излучаемой мощности, чувствительности и т. д.), так и от электрических свойств исследуемой среды. Основной характеристикой, влияющей на глубину зондирования, является удельное затухание в среде. С увеличением удельного затухания уменьшается глубина зондирования. Зондируемые среды имеют значительный разброс по удельному затуханию, которое зависит от центральной частоты электромагнитной волны, типа исследуемой среды, ее минерализации и влагонасыщенности. Особенностью практически всех природных и искусственных сред является значительное увеличение удельного затухания с ростом центральной частоты зондирующего сигнала. Поэтому выбор центральной частоты георадара является компромиссом между необходимой глубиной зондирования и разрешающей способностью прибора.

Скорость распространения электромагнитной волны в среде зависит от ее диэлектрической и магнитной проницаемостей, однако для большинства сред значение магнитной проницаемости близко к единице. Поэтому скорость распространения электромагнитной волны в среде равна:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}},$$

где c — скорость распространения электромагнитной волны в вакууме (скорость света). В георадиолокации принято измерять скорость в см/нс (сантиметры в наносекун-

ду, $1 \text{ нс} = 10^{-9} \text{ с}$). Таким образом, формула для расчета скорости распространения электромагнитной волны в среде может быть преобразована к виду (где единицей измерения является сантиметр в наносекунду):

$$v = \frac{30}{\sqrt{\epsilon}}$$

На рисунке 5.202¹ приведен пример реальной радарограммы, полученной при зондировании антенным блоком АБ-250М участка поймы реки Москвы.

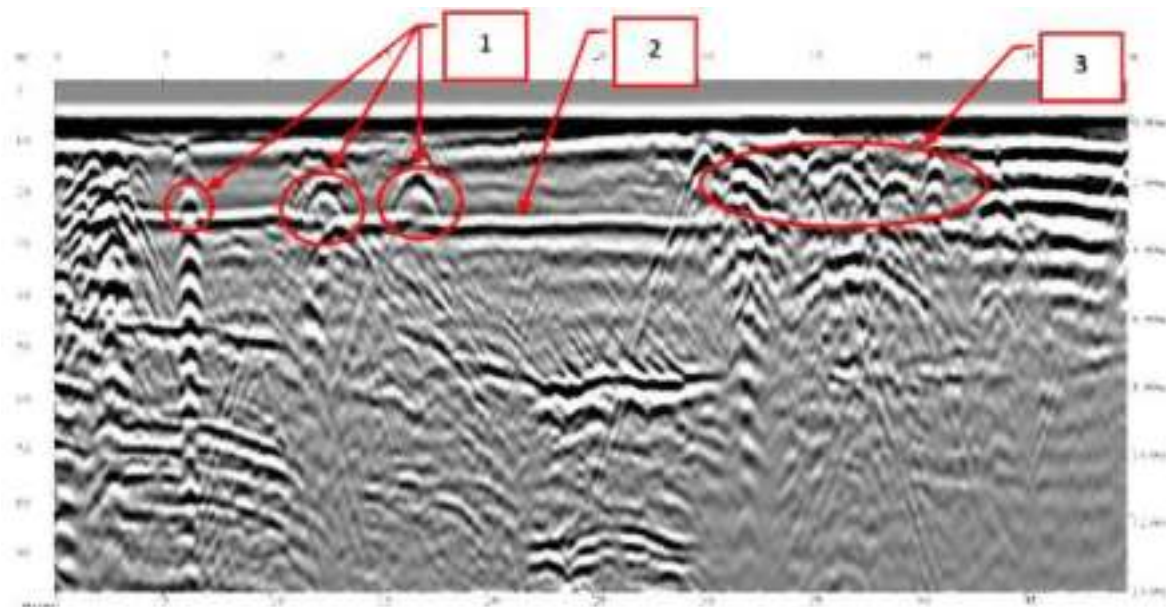


Рис. 5.202. Пример реальной радарограммы, полученной при зондировании антенным блоком АБ-250М

На радарограмме выделены следующие сигналы:

- 1 — сигналы, отраженные от локальных объектов;
- 2 — сигналы, отраженные от границы грунт-водонесущий слой;
- 3 — сигналы, отраженные от закопанного раскопа (траншея заполненная камнями и перемешенным грунтом).

Георадар «Око-3»^{2,3}

Георадар «Око-3» является современным геофизическим прибором, предназначенным для обнаружения различных объектов, в том числе не металлических, в различных укрывающих средах. Георадар «Око-3» относится к новой серии скоростных высокопроизводительных георадаров «Око», позволяющей проводить зондирование в три раза быстрее при увеличении качества радарограммы. В работе с георадаром «Око-3» могут быть использованы планшеты, смартфоны, ноутбуки и другие мобильные устройства, а также устройства геопозиционирования для осуществления координатной привязки.

К основным преимуществам серии георадаров «Око-3» относится⁴:

- увеличенное количество точек по глубине — до 2 048 точек и более;
- улучшенное качество радарограммы за счет увеличения накопления;
- значительно увеличенная скорость зондирования — до 350–400 скан/с (при 512 точках);
- скоростной двухканальный блок управления (суммарная скорость зондирования 700–800 трас/с);

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-osnovy-metoda/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-oko-3/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт НПП «Геотех». URL: https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Там же.

- встроенный WI-FI в блоке управления для соединения с ноутбуком;
- более точное позиционирование за счет предоставления возможности подключения GPS к блоку управления;
- «интеллектуальный» датчик перемещения — параметры датчика (количество импульсов на оборот, диаметр колеса и т. д.) записаны в его энергонезависимой памяти и автоматически выставляются при включении);
- «облегченная версия» программного обеспечения «Geoscan 32» под операционную систему «Android» для использования с защищенными планшетами и смартфонами.

Мобильность, сравнительная компактность и возможность проводить неразрушающий мониторинг среды с высокой разрешающей способностью делают георадар «Око-3» уникальным геофизическим оборудованием, которое может быть использовано для решения инженерно-геологических, гидрогеологических, поисковых и специальных задач.

В комплект георадара «Око-3» входят базовый комплект и сменные антенные блоки, выбор которых обусловлен спецификой поставленной задачи. Использование антенного блока с меньшей частотой позволяет увеличить глубину исследования укрывающей среды. Однако следует учитывать, что при использовании антенного блока с меньшей частотой ухудшается разрешающая способность. Если необходима высокая детальность обследования верхней части разреза, следует использовать высокочастотные антенные блоки. Оптимальным выбором является комбинирование антенных блоков разной частоты. В георадарах «Око-3» применяются экранированные и неэкранированные антенные блоки.

Базовый комплект георадара «Око-3»^{1,2}

Базовый комплект георадара — это постоянный и неизменный для различных комплектов георадара набор электронных блоков, комплектующих и аксессуаров.

К базовому комплекту подключаются различные наборы антенных блоков и аксессуаров, которые подбираются в зависимости от решаемой задачи. Компания ООО «Логические системы» в настоящее время выпускает 5 видов базовых комплектов. В качестве примера базового комплекта можно привести универсальный базовый комплект георадара «Око-3», состав которого приведен в таблице 5.59^{3,4}.

Таблица 5.59

Состав универсального базового комплекта георадара «Око-3»

Наименование элемента базового комплекта	Количество, шт
Блок управления «Око-3»	1
Базовая версия ПО GeoScan32	1
Подвеска для ноутбука универсальная	1
Блок питания БП-9/12	1
Устройство зарядное ЗУ-9М	1
Разгрузка ременно-плечевая	1
Сумка транспортная	1
Кабели (с ЗИП)	
Кабель БП (1,0 м)	2
Кабель, подключающий блок управления к Ethernet порту ноутбука	2

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-oko-3-bazovyj-komplekt/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт НПП «Геотех». URL: https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-oko-3-bazovyj-komplekt/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт НПП «Геотех». URL: https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

Функциональная схема георадара с универсальным базовым комплектом и антенным блоком АБ-250М приведена на рисунке 5.203¹.



Рис. 5.203. Функциональная схема георадара с универсальным базовым комплектом и антенным блоком АБ-250М

К функциональным особенностям универсального базового комплекта георадара «Око-3» относятся²:

- возможность работы со всеми антенными блоками георадара «Око-3», а также антенными блоками георадара «Око-2» (в этом случае скорость зондирования и количество точек по глубине будут соответствовать параметрам георадара «Око-2»);
- максимальное количество точек по глубине — 16 384;
- скорость зондирования до 400 трасс в секунду (при 512 точках по глубине);
- наличие встроенного модуля Wi-Fi для беспроводной передачи данных зондирования;
- наличие разъема для подключения GPS-приемника.

Антенные блоки георадара «Око-3»^{3,4}

С помощью антенного блока, являющегося составной частью георадара «Око-3», производится непосредственное зондирование обследуемой поверхности. Выбор антенного блока зависит от характера решаемых задач: глубины зондирования, разрешающей способности, производительности, способа перемещения антенного блока. Антенные блоки являются сменными и легкозаменяемыми.

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-oko-3-bazovyj-komplekt/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-oko-3-bazovyj-komplekt/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL: <http://logsys.ru/georadar-oko-3-antennye-bloki/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт НПП «Геотех». URL: https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

Центральная частота антенного блока является важнейшим фактором, определяющим глубину зондирования. Чем выше частота антенны, тем меньше глубина зондирования. С другой стороны, чем выше центральная частота, тем лучше разрешающая способность антенного блока. Правильный выбор антенны является важнейшим условием успешного решения специальных задач, стоящих перед органами внутренних дел.

В настоящее время компания ООО «Логические системы» выпускает следующие георадарные антенные блоки:

- экранированные антенные блоки — моноблоки без оптической развязки;
- экранированные двухчастотные антенные блоки — моноблоки без оптической развязки;
- рупорные антенные блоки;
- экранированные опторазвязанные антенные блоки («Око-2»);
- неэкранированный антенный блок АБДЛ-Тритон («Око-2»).

В экранированных антенных блоках приемник и передатчик сверху закрыты экраном. Применение экранированных антенных блоков позволяет исключить излучение в верхнее полупространство и подавить тем самым паразитные отражения от объектов, находящихся в верхней полусфере. В качестве примера экранированного антенного блока — моноблока без оптической развязки может быть рассмотрен антенный блок АБ-400МЗ, изображенный на рисунке 5.204^{1,2}.



Рис. 5.204. Антенный блок АБ-400МЗ

В комплект входят антенный блок АБ-400МЗ и транспортная сумка. К функциональным особенностям антенного блока АБ-400МЗ относятся^{3,4}:

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/georadar-oko-3-antennnye-bloki/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт НПЦ «Геотех». URL:https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/georadar-oko-3-antennnye-bloki/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт НПЦ «Геотех». URL:https://www.geotech.ru/georadar_oko3/ (дата обращения: 01.03.2023).

- максимальное количество точек по глубине — 8 192;
- скорость зондирования 400 трасс в секунду (при 512 точках по глубине);
- центральная частота 400 МГц;
- глубина зондирования до 5 м;
- разрешающая способность 0,15 м.;
- потребляемая мощность 6,0 Вт;
- габариты 52х57х17 см;
- масса 5,5 кг;
- возможность работы с датчиками перемещения ДПИ, ДП-32У.

В антенных блоках с оптической развязкой приемный и передающий блоки питаются от отдельных блоков питания, а для передачи сигнала от приемного блока к передающему используется оптический кабель. В антенных блоках без оптической развязки питание подается по интерфейсному кабелю от блока управления.

Моноблочные двухчастотные антенные блоки позволяют работать одновременно на двух частотах исследований, то есть получать за один проход сразу 2 георадарных профиля с разной глубиной и разрешением. Таким образом, время съемки сокращается в два раза.

Рупорные антенные блоки имеют узкую диаграмму направленности и предназначены специально для проведения съемки на высокой скорости. Зондирование проводится с отрывом от поверхности от 20 до 40 см с применением автомобиля, ЖД-транспорта или транспортировочной тележки.

Неэкранированный антенный блок АБДЛ-Тритон имеет складное герметичное исполнение и разработан специально для неблагоприятных условий эксплуатации. Антенный блок АБДЛ-Тритон может работать с двумя комплектами дипольных излучателей 50 и 100 МГц под водой и на пересеченной местности. При этом глубина зондирования составляет до 14 м с излучателем 100 МГц и до 18 м с излучателем 50 МГц.

Подробная информация о всех базовых комплектах, антенных блоках и аксессуарах георадара «Око-3» доступна на сайте производителя — компании ООО «Логические системы» (<http://logsys.ru>) и компании НПП «Геотех», входящих в группу компаний «Логис — Геотех».

5.2.3. Роботизированные системы и комплексы

В сфере современных антитеррористических систем и комплексов можно выделить две ключевые тенденции развития:

- использование робототехнических комплексов наземного, подводного и воздушного базирования в качестве носителей различных детекторов и специального оборудования;
- модульный принцип построения систем с высоким уровнем интеграции элементов, установленных на автономном носителе.

В качестве примера реализации первой тенденции можно привести установку на существующих мобильных роботизированных комплексах, примеры которых будут рассмотрены ниже, оборудования для передачи аудиовизуальной информации, 3D-телекамер, лазерных дальномеров; тепловизоров, гидроразрушителей взрывных устройств, портативных рентгеновских установок, газоанализаторов, ретрансляторов радиоканала, специальных губок схвата и другого оборудования.

Кроме того, как упоминалось выше, перспективные разработки компании Camero предполагают использование в качестве носителя наземного робота с закрепленным на ручеманипуляторе стеновизором, а также применение беспилотного летательного аппарата с грузоподъемностью в несколько килограмм для доставки стеновизора на крышу здания¹. Отечественный разработчик — компания ООО «Логические системы» также относит к дополнительным возможностям радара-обнаружителя РО-400 2D в режиме обнаружения движущих-

¹ Сайт производителя компании Camero. URL:<https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (дата обращения: 01.03.2023).

ся объектов возможность размещения на борту роботизированного комплекса с грузоподъемностью от 5 кг¹.

Проявление второй тенденции подразумевает интеграцию детекторов с различным функциональным назначением, в том числе перспективных стеновизоров, специальных камер, тепловизионных устройств и дистанционных устройств сбора аудиоинформации в рамках единой модульной системы, установленной на автономном носителе. Подход, при котором перспективный стеновизор будет выступать не отдельным устройством, а одним из сенсоров модульной системы, рассматривается производителем стеновизоров «Xaver» компанией Camero как один из наиболее перспективных².

Ниже будут рассмотрены некоторые образцы наземных, подводных и воздушных роботизированных комплексов.

Наземные роботизированные системы и комплексы

Наземные роботизированные комплексы строятся на базе односекционных и многосекционных гусеничных, колесных и колесно-шагающих мобильных платформ.

Мобильный робототехнический комплекс МРК-15 (модернизированный)^{3,4,5}

Модернизированный мобильный робототехнический комплекс МРК-15 (рис. 5.205, 5.206) производства специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники (СКТБ ПР) успешно прошел ведомственные испытания в декабре 2017 г. и в 2018 г. был принят на снабжение Федеральной службы войск национальной гвардии.



Рис. 5.205. Модернизированный МРК-15

¹ Сайт производителя ООО «Логические системы». URL:<http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя компании Camero. URL:<https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (перевод Соколов В.М.) (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyu> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Видео на сайте СКТБ ПР. Робот-сапер МРК-15. URL:<https://youtu.be/4hydYao7Xf4>, <https://youtu.be/VNBUgeoOsio> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.206. Модернизированный МРК-15 с вытянутым манипулятором и включенной системой освещения

Модернизированный мобильный робототехнический комплекс МРК-15 предназначен для проведения инспекционных проверок, аварийно-спасательных и взрывотехнических работ. При этом модернизированный МРК-15 способен выполнять визуальную разведку, поиск, эвакуацию и уничтожение взрывных устройств, а также транспортирование потенциально опасных предметов.

В состав модернизированного мобильного робототехнического комплекса МРК-15 могут входить следующие функциональные узлы и оборудование^{1,2,3}:

1. Базовый состав:

- мобильный робот с односекционным шасси с изменяемой геометрией гусеничного обвода, электромеханической трансмиссией, системой управления и системой электропитания;
- 5-степенной манипулятор и схват;
- пульт управления Touch Screen (вариант исполнения «кейс» или «тележка») с пыле-, влаго-, температурозащищенным ЖК-монитором;
- технологический пульт управления;
- оборудование для формирования цифрового радиоканала;
- комплект ЗИП.

2. Навесное оборудование:

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyu> (дата обращения: 01.03.2023).

² Видео на сайте СКТБ ПР. Робот-сапер МРК-15. URL:<https://youtu.be/4hydYao7Xf4>, <https://youtu.be/BNBUgeoOsio> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/> (дата обращения: 01.03.2023).

— комплект телекамер (неподвижная на схвате манипулятора, однокоординатная, две двухкоординатные с zoom, на телескопической стойке);

— цветная телевизионная аппаратура;

— кабельная катушка (длина кабеля 135 м);

— микрофон;

— система освещения.

3. Специальное оборудование:

— комплект специальных губок схвата;

— гидроразрушитель;

— эвакуатор автомобиля;

— подкатное устройство;

— газоанализатор;

— комплект электроинструмента (дрель/перфоратор, шлиф. машина);

— герметичный фотобокс с фото/видеоаппаратурой с возможностью управления с пульта;

— защитный бронекомплект;

— другое оборудование.

Пульт управления модернизированного МРК-15 в варианте исполнения «кейс» приведен на рисунке 5.207^{1,2}.



Рис. 5.207. Пульт управления модернизированного МРК-15 в варианте исполнения «кейс»

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyyu> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/> (дата обращения: 01.03.2023).

Пример комплектации модернизированного мобильного робототехнического комплекса МРК-15 с базовым, навесным и специальным оборудованием представлен на рисунке 5.208^{1,2}.



Рис. 5.208. МРК-15 с комплектом навесного и дополнительного оборудования

Наряду с перечисленным выше оборудованием, в контур системы управления модернизированного МРК-15 интегрированы следующие функциональные элементы и решения^{3,4,5}:

- датчики конденсата в шасси МРК;
- датчики крена и дифферента;
- датчик положения манипулятора;
- система самодиагностики при запуске;
- отображение видеоинформации и воспроизведение звука с бортовых телекамер;
- отображение телеметрии с подвижного аппарата;
- отображение пробега подвижного аппарата;
- отображение суммарного времени наработки;
- отображение данных лазерного дальномера;
- отображение параметров питания шасси и манипулятора МРК;
- возможность записи видеоинформации на электронный носитель;
- управление манипулятором по автопрограммам;
- джойстики управления с повышенной чувствительностью;
- возможность регулирования усилия сжатия;
- индикатор заряда АКБ.

Описание модернизированного мобильного робототехнического комплекса МРК-15 с расшифровкой его элементов и технических характеристик, примеры работы МРК-15 со взрывоопасными предметами, а также результаты прохождения МРК различных препят-

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyu> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyu> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Видео на сайте СКТБ ПР. Робот-сапер МРК-15. URL:<https://youtu.be/4hydYao7Xf4>, <https://youtu.be/BNBUgeoOsio> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/> (дата обращения: 01.03.2023).

ствий проиллюстрированы в двух видеороликах, размещенных на сайте Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники СКТБ ПР¹. Ниже, для иллюстрации возможностей комплекса МРК-15, будут приведены некоторые скриншоты данных видеороликов (рис. 5.209–5.215).



Рис. 5.209. Работа модернизированного МРК-15 в труднодоступном месте

Благодаря бортовым видеокамерам оператор способен обнаружить и зафиксировать в манипуляторе МРК-15 потенциально опасный предмет, который находится в труднодоступном неосвещенном месте вне зоны прямой видимости.



Рис. 5.210. Работа оператора модернизированного МРК-15

Комплект специальных губок схвата, 5-степенной манипулятор, а также высокочувствительное оборудование управления позволяют МРК-15 зафиксировать и транспортировать потенциально взрывоопасный предмет даже в том случае, если он находится за преградой.

¹ Видео на сайте СКТБ ПР. Робот-сапер МРК-15. URL: <https://youtu.be/4hydYao7Xf4>, <https://youtu.be/BNBUgeoOsio> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.211. Потенциально опасный предмет, находящийся за преградой, глазами оператора МРК-15

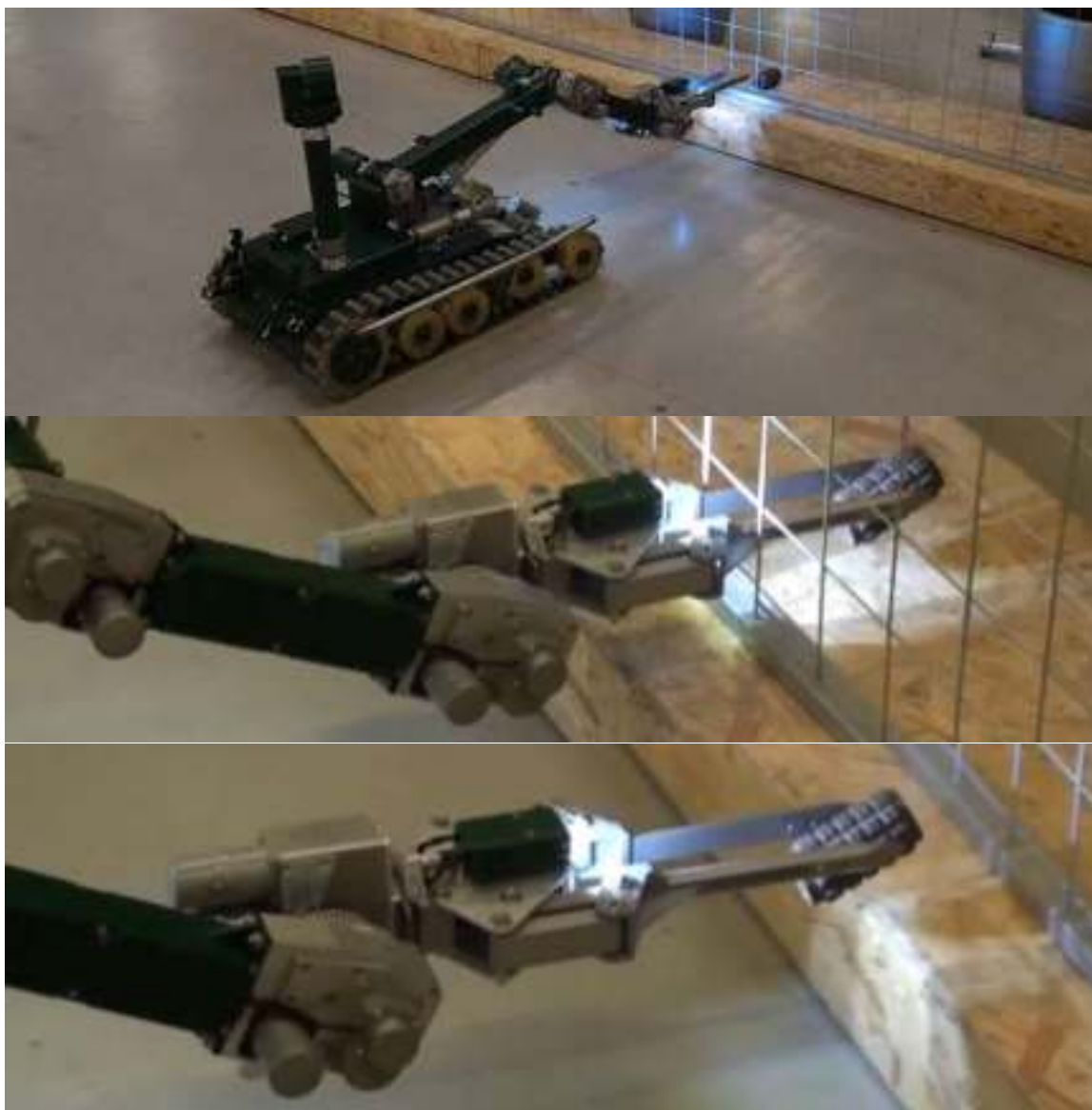


Рис. 5.212. Фиксация и транспортировка потенциально взрывоопасного предмета, находящегося за преградой

Мобильный робот с односекционным шасси с изменяемой геометрией гусеничного обвода, электромеханической трансмиссией системой управления и системой электропитания способен преодолевать пороговое препятствие высотой до 150 мм (рис. 5.213), лестницу с углом наклона не более 25° и шириной ступени не более 300 мм (рис. 5.214), а также косогор по курсу не более 25° (рис. 5.215).



Рис. 5.213. Преодоление порогового препятствия высотой до 150 мм



Рис. 5.214. Преодоление лестницы с углом наклона не более 25° и шириной ступени не более 300 мм.



Рис. 5.215. Преодоление косогора по курсу не более 25°

Основные технические характеристики мобильного робототехнического комплекса МРК-15 приведены в таблице 5.60^{1,2,3}.

Таблица 5.60

**Основные технические характеристики
мобильного робототехнического комплекса МРК-15**

Характеристика	Значение/Особенности
Масса мобильного робота	Не более 80 кг
Габаритные размеры мобильного робота (длина х ширина х высота)	Не более 960х535х560 мм
Скорость передвижения	Не менее 1,5 м/с
Преодолеваемые препятствия	
— лестницы с минимальной шириной пролетов	Не менее 1 100 мм
— лестницы с углом наклона	Не более 25°
— лестницы с шириной ступени	Не более 300 мм
— высота преодолеваемого порогового препятствия	Не более 150 мм
— косогор по курсу	Не более 25°

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyu> (дата обращения: 01.03.2023).

² Видео на сайте СКТБ ПР. Робот-сапер МРК-15. URL:<https://youtu.be/4hydYao7Xf4>, <https://youtu.be/VNBUgeoOsio> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
— склон в поперечном направлении	Не более 20°
Грузоподъемность манипулятора (максимальная)	Не менее 18 кг
Количество степеней подвижности манипулятора	5
Радиус действия манипулятора	
— от оси вращения	Более 1 200 мм
— от крайней передней точки шасси	Не более 800 мм
Величина раскрытия губок захвата	150 мм
Скорость сдвижения и раздвижения губок захвата манипулятора	0,01 м/с
Точность позиционирования манипулятора на полном вылете	±3 мм
Радиус действия	
— по кабелю (кабельная катушка)	Не более 135 м
— по радио	Не более 1 000 м
Питание	2 АКБ 12В, сеть 220 В
Время работы от собственных АКБ	не менее 4 ч
Температурный диапазон	От -30 до + 40°С
Исполнение	IP65
Параметры приводов	
— Движение губок захвата при их сжатии-разжатии	Плоскопараллельное
— Режимы работы манипулятора	Ручной
— Тип приводов манипулятора	Электромеханический
— Тип приводов шасси	Электромеханический

Мобильный робототехнический комплекс «Варан»^{1, 2, 3}

Мобильный робототехнический комплекс (МРК) «Варан» предназначен для дистанционного проведения визуальной разведки, поиска и первичного исследования потенциально опасных объектов на наличие взрывных устройств (ВУ) с помощью телевизионных камер и специального навесного оборудования, для дистанционного обезвреживания и загрузки ВУ в специальные контейнеры для эвакуации, а также для выполнения технологических операций по обеспечению доступа к потенциально опасным объектам.

¹ Сайт Научно-исследовательского института специального машиностроения НУК СМ МГТУ им. Н.Э.Баумана. URL:<http://niism.bmstu.ru/otdelyi-nii-sm/sm4-6/mrk-«varan»> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2959&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/107069/> (дата обращения: 01.03.2023).

Мобильный робототехнический комплекс «Варан» с зажатой в манипуляторе алюминиевой банкой, играющей роль взрывного устройства, приведен на рисунке 5.216¹.



Рис. 5.216. Мобильный робототехнический комплекс «Варан»

В состав мобильного робототехнического комплекса «Варан» входят следующие функциональные узлы²:

- транспортная платформа на гусеничном шасси;
- манипулятор с пятью степенями подвижности;
- бортовой комплекс телевизионных средств, в составе которого насчитывается 6 видеокамер;
- бортовая катушка с кабелем управления;
- светозвуковая сигнализация;
- пульт дистанционного управления (ПДУ);
- комплект выносных антенн;
- выносная система видео наблюдения;
- комплект дополнительного оборудования.

К основным особенностям МРК «Варан» можно отнести способность преодолевать стандартный лестничный марш с углом наклона 30°, водную преграду глубиной не более 0,1 м (рис. 5.217) и снежный покров глубиной не более 0,15 м, а также возможность доставки оборудования массой до 100 кг на прицепной транспортной тележке.

¹ Фото Виталий Кузьмин. Военный блог. URL: <https://www.vitalykuzmin.net/Military/Interpolitex-2008/i-D3KtLd2> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2959&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.217. Преодоление водной преграды МРК «Варан»

Применение манипулятора с пятью степенями подвижности позволяет МРК «Варан» проводить операции по загрузке обнаруженного взрывного устройства в специальный контейнер для эвакуации. Пример выполнения данной операции показан на рисунке 5.218.



Рис. 5.218. Загрузка взрывного устройства во взрывозащищенный контейнер

Основные тактико-технические характеристики МРК «Варан» представлены в таблице 5.61^{1,2,3}.

Таблица 5.61

Основные тактико-технические характеристики МРК «Варан»

Характеристика	Значение
Габаритные размеры МРК (ДШВ)	1,2х0,7х0,7 м
Масса снаряженного МРК	Не более 185 кг
Время работы от бортовых аккумуляторов	4 ч
Радиус действия	
-по кабелю (с дополнительным кабелем)	100 (200) м
-по радио на открытой местности	1 000 м
Число степеней подвижности манипулятора	5 м
Диапазон регулирования скорости передвижения	0–0,5 м/с
Преодолеваемые роботом препятствия с грузом 15 кг в манипуляторе	
-порог высотой до	0,2 м
-косогор по курсу с углом наклона	Не более 20°
-склон в поперечном направлении с углом наклона	20°
-стандартный лестничный марш с углом наклона	30°
Глубина преодолеваемой водной преграды	Не более 0,1 м
Глубина преодолеваемого снежного покрова	Не более 0,15 м
Максимальный вылет манипулятора	
-от оси вращения	Не менее 1,5 м
-от переднего края корпуса	Не менее 1,0 м
-от левого и правого борта корпуса	Не менее 1,0 м
Угол поворота манипулятора относительно вертикальной оси	360°
Максимальное раскрытие губок схвата	250 мм
Усилие на губках схвата (два значения)	800,1 000 Н
Грузоподъемность манипулятора	
-на вылете 1,5м от оси опорно-поворотного устройства	До 30 кг
-на высоте 0,6 м впереди МР	До 50 кг
Визуальное распознавание предметов на расстоянии от МРК	
-размерами от 0,1 до 3,0 м	1–50 м
-размерами от 0,001 до 0,5 м	0,5–3 м
Питание МР от двух батарей	12 В
Температурный диапазон применения МР	-40...+50°C
Температурный диапазон применения ПДУ	-5...+40°C

¹ Сайт Научно-исследовательского института специального машиностроения НУК СМ МГТУ им. Н.Э.Баумана. URL:<http://niism.bmstu.ru/otdelyi-nii-sm/sm4-6/mrk-«varan»> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2959&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/107069/> (дата обращения: 01.03.2023).

МРК «Варан» с портативной рентгентелевизионной установкой «Шелест»^{1, 2, 3}.

Мобильный робототехнический комплекс «Варан» с портативной рентгентелевизионной установкой «Шелест» (рис. 5.219) применяется для неразрушающего исследования внутренней структуры взрывоопасных предметов при дистанционном управлении его работой по кабелю или радиоканалу на расстоянии до 90 м.



Рис. 5.219. Мобильный робототехнический комплекс «Варан» с портативной рентгентелевизионной установкой «Шелест»

Портативная рентгентелевизионная установка «Шелест» изначально разрабатывалась как интегрированное решение для применения в составе мобильного робототехнического комплекса. Однако также имеется вариант исполнения рентгентелевизионной установки «Шелест» для ручной переноски. При использовании ручного адаптера рентгентелевизионная установка «Шелест» может использоваться как интегрированное переносное решение на объектах транспортной инфраструктуры.

Пример использования портативной рентгентелевизионной установки «Шелест» для обеспечения транспортной безопасности представлен на рисунке 5.220.

¹ Сайт производителя ООО «Авконт». URL:<http://www.avcont.ru/Compl2.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Авконт». URL:<http://www.avcont.ru/pdf/predm.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5990&tbl=03.01.02>. (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.220. Пример использования портативной рентгентелевизионной установки «Шелест» для обеспечения транспортной безопасности

Конструктивной особенностью портативной рентгентелевизионной установки «Шелест» является отсутствие дополнительных внешних блоков, таких как антенны, зарядные устройства, аккумуляторы и т. п. Все функциональные узлы установки интегрированы в состав устройства. В состав портативной рентгентелевизионной установки «Шелест» входят следующие элементы¹:

- преобразователь;
- блок управления;
- рентгеновский аппарат;
- специальная рама для работы в составе МРК (МРК «Варан»).

Автоматизированное рабочее место оператора представлено на рисунке 5.221.



Рис. 5.221. Автоматизированное рабочее место оператора

¹ Сайт производителя ООО «Авконт». URL: <http://www.avcont.ru/pdf/predm.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

К основным преимуществам портативной рентгенотелевизионной установки «Шелест» относятся^{1,2}:

- полностью цифровая рентгеновская система высокого разрешения;
- автоматический выбор экспозиции;
- возможность работы в проводном и беспроводном режимах;
- малый вес и компактность установки позволяют применять ее при различных условиях контроля;
- использование рамы-адаптера исключает неточное прицеливание;
- работа от автономных источников питания или сети переменного тока.

Примеры применения портативной рентгенотелевизионной установки «Шелест» в составе мобильного робототехнического комплекса и в ручном исполнении представлены на рисунках 5.222–5.224³.



Рис. 5.222. Применение портативной рентгенотелевизионной установки «Шелест» в составе мобильного робототехнического комплекса «Варан»

¹ Сайт производителя ООО «Авконт». URL:<http://www.avcont.ru/pdf/predm.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5990&tbl=03.01.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Авконт». URL:<http://www.avcont.ru/pdf/predm.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.223. Применение портативной рентгенотелевизионной установки «Шелест» в ручном исполнении



Рис. 5.224. Применение портативной рентгенотелевизионной установки «Шелест» в ручном исполнении

Результаты проведения неразрушающего контроля внутренней структуры потенциально опасных объектов с помощью портативной рентгенотелевизионной установки «Шелест» показаны на рисунке 5.225.



Рис. 5.225. Результаты применения портативной рентгентелевизионной установки «Шелест»

Основные технические характеристики портативной рентгентелевизионной установки «Шелест» представлены в таблице 5.62^{1,2}.

Таблица 5.62

**Основные технические характеристики портативной
рентгентелевизионной установки «Шелест»**

Характеристика	Значение/Особенности
Общие данные на установку	
Чувствительность по эталонам	1,5 %
Минимальный диаметр выявляемой стальной проволоки	0,08 мм
Контролируемая толщина стали	40 мм
Общая масса излучателя и преобразователя в сборе на специальной раме	Не более 18 ,5 кг
Готовность к работе	3 мин
Максимальное удаление оператора от зоны контроля	90 м
Рентгеновский излучатель	
Напряжение на трубке	50 ...150 кВ
Анодный ток	1...3 мА
Режим работы повторно-периодический: время получения одного снимка	Не более 60 с
Масса аппарата	13 кг
Рама для манипулятора робота	
Вес	16 кг
Максимальный размер	700 мм

¹ Сайт производителя ООО «Авконт». URL:<http://www.avcont.ru/pdf/predm.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5990&tbl=03.01.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
Блок управления и обработки изображения	
Функции по обработке изображения	Геометрическое увеличение, псевдоцвет, контрастирование, позитив — негатив, нанесение размерной сетки
Сохранение полученных изображений	На диске управляющего компьютера
Управление всеми параметрами излучения	Полностью цифровое управление
Масса	6,5 кг
Преобразователь	
Зона контроля	300х225 мм
Формат цифрового изображения	1 392х1 030 пкс
Масса	3,5 кг
Габаритные размеры	290х200х350 мм

Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук»¹

Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук» (рис. 5.226) разработан и создан коллективом Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники (СКТБ ПР) в 2018 г. В 2019 г. были проведены испытания комплекса и выполнена подготовка производства к выпуску малых серий.



Рис. 5.226. Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук»

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL: <http://sktbpr.ru/robot/mrk-100-pauk> (дата обращения: 01.03.2023).

В отличие от представленных выше МРК-15 и МРК «Варан», МРК-100 «Паук» сконструирован на базе четырехгусеничного шасси с изменяемой геометрией гусеничного обвода и может передвигаться не только на гусеничном, но и на колесном ходу. Кроме того, мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук» обладает мощным бортовым комплексом дополнительного и специального оборудования, превосходящим оснащение рассмотренных выше МРК. Отметим, в состав дополнительного оборудования МРК-100 «Паук» входит тепловизор, 3D-телекамера и комплект ретрансляторов радиоканала.

Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук» предназначен для¹:

- проведения инспекционных проверок;
- проведения аварийно-спасательных работ;
- проведения взрывотехнических работ;
- выполнения функций разведки условий оперативной обстановки и проведения первичных мероприятий по ликвидации последствий ЧС в условиях аварийных горных выработок.

Мощный бортовой комплекс технических средств МРК-100 «Паук» позволяет выполнять следующие операции²:

- ведение визуальной разведки;
- ведение газовой, химической и радиационной разведки местности;
- проведение аварийно-спасательных работ в условиях химического заражения и зонах повышенной радиоактивности;
- поиск, эвакуацию и уничтожение взрывных устройств;
- транспортирование предметов;
- проведение мониторинга оперативной обстановки аварийного участка шахты в части передачи видео, определения концентрации основных рудничных и пожароопасных газов, температуры и влажности окружающей среды;
- обнаружение очагов горения (тления и зон повышенных температур) подземных пожаров в труднодоступных местах горных выработок;
- поиск и обнаружение пострадавших при ведении горноспасательных работ.

В составе мобильного робототехнического комплекса МРК-100 «Паук» могут быть выделены следующие функциональные элементы и оборудование³.

1. Базовый состав:

- четырехгусеничное шасси с изменяемой геометрией гусеничного обвода;
- 5-степенной манипулятор + схват;
- электромеханическая трансмиссия;
- система управления;
- система электропитания;
- пост оператора (кейс);
- оборудование для формирования радиоканала;
- технологический пульт управления.

2. Навесное оборудование:

- цветная телевизионная аппаратура;
- неподвижная телекамера на схвате манипулятора;
- однокоординатная телекамера;
- две двухкоординатные телекамеры с ZOOM;
- кабельная оптоволоконная катушка (длина кабеля 1 300 м);
- микрофон;
- система освещения.

3. Дополнительное оборудование:

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-100-pauk> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ Там же.

- лазерный дальномер;
- тепловизор;
- 3D-телекамера;
- газоанализатор;
- комплект ретрансляторов радиоканала;
- комплект пробоотборников воздушной среды;
- фиксатор пожарного шланга.

4. Специальное оборудование:

- комплект специальных губок схвата;
- гидроразрушитель;
- эвакуатор автомобиля;
- подкатное устройство;
- газоанализатор;
- комплект электроинструмента (дрель/перфоратор, шлиф. машина);
- герметичный фотобокс;
- защитный бронекомплект;
- другое оборудование по согласованию с производителем.

Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук» с пультом управления и вспомогательным оборудованием показан на рисунке 5.227.



Рис. 5.227. Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук» с пультом управления и вспомогательным оборудованием

Технические характеристики мобильного робототехнического комплекса МРК-100 «Паук» приведены в таблице 5.63¹.

Таблица 5.63

Технические характеристики МРК-100 «Паук»

Параметр	Значение/Особенности
Масса мобильного робота	120 кг
Габаритные размеры мобильного робота (ДхШхВ): — min — max	980х630х790 мм 1 700х630х745 мм
Скорость передвижения: — на гусеничном ходу — на колесном ходу	1,3 м/с 1,6 м/с
Преодолеваемые препятствия	
— лестницы с минимальной шириной пролетов	1 100 мм
— лестницы с углом наклона	35°
— лестницы с шириной ступени	300 мм
— высота преодолеваемого порогового препятствия	500 мм
— косогор по курсу	35°
— склон в поперечном направлении	30°
Грузоподъемность манипулятора (максимальная)	25 кг
Количество степеней подвижности манипулятора	5
Радиус действия манипулятора	
— от оси вращения	1 500 мм
— от крайней передней точки шасси	900 мм
Величина раскрытия губок захвата	210 мм
Скорость сдвигения и раздвижения губок захвата манипулятора	0,01 м/с
Точность позиционирования манипулятора на полном вылете	±1 мм
Радиус действия	
— по кабелю (кабельная катушка с оптоволоконным кабелем)	1 300 м
— по радио	1 000 м
Питание	2 АКБ 60А/ч 12В
Время работы от собственных АКБ	4 ч
Исполнение	IP67
Температурный диапазон	От -30 до + 40°С
Параметры приводов	
Движение губок захвата при их сжатии-разжатии	Плоскопараллельное
Режимы работы манипулятора	Полуавтоматический/ автоматический
Тип приводов манипулятора	Электромеханический
Тип приводов шасси	Электромеханический

Таким образом, исходя из технических характеристик МРК-100, перечисленных в таблице, можно констатировать значительное превосходство данного МРК над модернизированным МРК-15 и МРК «Варан». МРК-100 «Паук» способен преодолевать лестницы и косогор по курсу с углом наклона 35°, а высота преодолеваемого порогового препятствия достигает 500 мм. Также важно отметить, что точность позиционирования манипулятора МРК-100 на полном вылете составляет ±1 мм, что в три раза точнее точности позиционирования манипулятора модернизированного МРК-15.

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL: <http://sktbpr.ru/robot/mrk-100-pauk> (дата обращения: 01.03.2023).

Функциональность системы управления МРК-100 также превосходит функциональность системы управления модернизированного МРК-15.

Функционал системы управления МРК-100 «Паук» обеспечивают следующие технологические узлы и решения¹:

- система самодиагностики при запуске;
- датчик крена;
- датчик дифферента;
- датчик поворота ОПУ;
- датчик наклона плеча манипулятора;
- датчик наклона предплечья манипулятора;
- датчик наклона кисти манипулятора;
- датчика наличия конденсата в шасси;
- отображение видеоинформации и воспроизведение звука с бортовых телекамер;
- отображение телеметрии подвижного аппарата;
- отображение пробега подвижного аппарата;
- отображение суммарного времени наработки;
- отображение данных лазерного дальномера;
- отображение параметров питания шасси и манипулятора МРК;
- отображение 3D-модели робота с отображением положения манипулятора и креном-дифферентом шасси;
- возможность записи видеоинформации на электронный носитель.

Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМЗ»^{2,3,4}.

Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМЗ» (рис. 5.228, 5.229) является многофункциональным мобильным робототехническим комплексом сверхлегкого класса, который предназначен для решения задач в труднодоступных и опасных для человека местах.



Рис. 5.228. Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМЗ»

¹ Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. URL:<http://sktbpr.ru/robot/mrk-100-pauk> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Научно-Исследовательского Института Научно-Учебного Комплекса Специального Машиностроения (НИИ НУК СМ) МГТУ им. Н.Э.Баумана. URL:<http://www.niism.bmstu.ru/otdelyi-niism/sm4-6/mrk-%C2%ABtm3%C2%BB> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2957&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1295/67543/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.229. Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМ3»

Основными особенностями МРК «Вездеход ТМ3» являются возможность дистанционного проведения взрывотехнических операций путем доставки и применения разрушителей взрывных устройств с манипулятора, устройства наведения или в контейнерах, а также способность передвигаться в ограниченном пространстве.

МРК «Вездеход ТМ3» предназначен для выполнения следующих задач^{1,2,3}:

- проведение дистанционной аудиовизуальной разведки объектов и территорий в условиях слабопересеченной местности, городской инфраструктуры и в помещениях;
- осмотр взрывоопасных и других подозрительных предметов и устройств в зданиях и на местности, в том числе осмотр днищ салонов и багажных отделений транспортных средств;
- доставка, установка и дистанционное приведение в действие разрушителей взрывоопасных устройств «Выруб-В» или «Выруб-КМ» при любой освещенности;
- проведение взрывотехнических операций.

Расчет МРК «Вездеход-ТМ3» включает 2 человека, которые приводят его боевую готовность в течение 15 мин. Комплекс характеризуется высокой эксплуатационной надежностью (наработка на отказ не менее 1 000 ч), длительным сроком эксплуатации (7 лет до списания) и общим ресурсом не менее 1 000 ч. Производитель МРК «Вездеход-ТМ3» гарантирует 12 месяцев и 200 рабочих часов бесперебойной работы в пределах этого срока.

¹ Сайт производителя Научно-Исследовательского Института Научно-Учебного Комплекса Специального Машиностроения (НИИ НУК СМ) МГТУ им. Н.Э.Баумана. URL:<http://www.niism.bmstu.ru/otdelyi-niism/sm4-6/mrk-%C2%ABtm3%C2%BB> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2957&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1295/67543/> (дата обращения: 01.03.2023).

Применение МРК «Вездеход ТМЗ» для доставки, установки и дистанционного приведения в действие разрушителей взрывоопасных устройств представлено на рисунках 5.230, 5.231.



Рис. 5.230. Уничтожение подозрительного предмета с помощью гидроразрушителя



Рис. 5.231. Уничтожение подозрительного предмета с помощью гидроразрушителя

В состав МРК «Вездеход ТМЗ» входят^{1,2}:

— базовый мобильный модуль;

¹ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2957&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1295/67543/> (дата обращения: 01.03.2023).

- манипулятор с четырьмя степенями подвижности;
- бортовой комплект системы дистанционного управления;
- катушка с кабелем для управления;
- пульт дистанционного управления;
- зарядное устройство;
- устройство наведения безоткатного разрушителя;
- контейнеры двух типоразмеров;
- телевизионная система;
- разрушители взрывных устройств.

Основные элементы мобильного робототехнического комплекса «Вездеход ТМЗ», в том числе пульт управления, показаны на рисунке 5.232¹.



Рис. 5.232. МРК «Вездеход ТМЗ» с пультом дистанционного управления

Основные тактико-технические характеристики мобильного робототехнического комплекса «Вездеход ТМЗ» представлены в таблице 5.64^{2,3,4}.

¹ Там же.

² Сайт производителя Научно-Исследовательского Института Научно-Учебного Комплекса Специального Машиностроения (НИИ НУК СМ) МГТУ им. Н.Э.Баумана. URL:<http://niism.bmstu.ru/otdelyi-nii-sm/sm4-6/mrk-«tm3»> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2957&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1295/67543/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.64

**Основные тактико-технические характеристики
мобильного робототехнического комплекса «Вездеход ТМЗ»**

Характеристика	Значение/Особенности
Габариты (ДШВ)	0,61x0,51x0,46 м
Шасси	Колесное (6x6)
Масса МРК	24 кг
Масса снаряженного МРК	41 кг
Скорость передвижения	0–0,7 м/с
Скорость передвижения по твердой горизонтальной поверхности	1 м/с
Тип приводов ТС	Электромеханический
Время работы	75 мин
Дальность дистанционного управления	
— по кабелю	75 м
— по радиоканалу, в пределах прямой видимости	600 м
Дальность передачи телевизионного сигнала (при условии прямой видимости)	600 м
Число степеней подвижности манипулятора	4
Подъем-опускание штанги МН в вертикальной плоскости	0–90°
Выдвижение-втягивание телескопической штанги МН на длину	400 мм
Наведение телевизионной камеры обзора (ТВКО): — по горизонту — по вертикали	$\pm 160^\circ$ -15° +45°
Наведение телевизионной камеры прицеливания (ТВКП), гидроразрушителя, лазерных целеуказателей (ЛЦУ): — по горизонту — по вертикали	$\pm 160^\circ$ -120° +30°
Преодолеваемые роботом препятствия	
— пороговое препятствие высотой	До 0,1 м
— косогор по курсу с углом наклона	Не менее 20°
— склон в поперечном направлении	Не менее 20°
Глубина преодолеваемой водной преграды	До 0,1 м
Глубина преодолеваемого снежного покрова	До 0,05 м
Грузоподъемность МН, минимальный/максимальный вылет	6/3 кг
Тип приводов манипулятора	Электромеханический
Масса МН в снаряженном состоянии	11 кг
Максимальный вылет манипулятора от оси вращения	Не менее 1,2 м
Количество телевизионных камер	2
Допустимый диапазон освещенности	1–10 000лк

Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5»^{1,2}

Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5» (рис. 5.233, 5.234) отличается от своего предшественника, мобильного робототехнического комплекса «Вездеход ТМ3» более широкими возможностями по выполнению опасных для человека задач.



Рис. 5.233. Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5» (вид спереди)



Рис. 5.234. Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5» (вид сзади)

¹ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/68477/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3521&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

Робот имеет шестиколесное шасси, оборудован манипулятором со схватом и телекамерой, комплектуется различными типами разрушителей взрывных устройств. На специальной буксируемой тележке возможна транспортировка системы радиопомех. Управление роботом осуществляется с помощью компактного пульта посредством радиолинии на расстоянии до 600 м или по кабелю до 200 м.

Многофункциональный МРК «Вездеход-ТМ5» предназначен для дистанционного выполнения следующих оперативно-тактических задач в труднодоступных и опасных для человека зонах^{1,2}:

- дистанционное проведение визуальной разведки с помощью телевизионной системы;
- поиск и идентификация на местности, в зданиях, в салонах или под днищем легковых автотранспортных средств потенциально опасных предметов, которые могут содержать взрывное устройство;
- обезвреживание взрывоопасных устройств с помощью разрушителей «2Р1-У», «2Р4», «Выруб-КМ», «Тайфун»;
- транспортировка груза массой до 30 кг с использованием манипулятора и прицепной тележки;
- выполнение технологических операций по обеспечению доступа к взрывным устройствам, среди которых открывание дверей помещений и автомобилей с использованием ключей, выбивание замков с помощью разрушителей, закрепление троса на автомобилях и других предметах для их буксировки, а также другие операции;
- загрузка взрывных устройств во взрывозащитные контейнеры.

Основные тактико-технические характеристики мобильного робототехнического комплекса «Вездеход ТМ5» представлены в таблице 5.65^{3,4}.

Таблица 5.65

**Основные тактико-технические характеристики
мобильного робототехнического комплекса «Вездеход ТМ5»**

Характеристика	Значение/Особенности
Дальность дистанционного управления МР и приема телевизионного сигнала: — по кабелю — по радио	До 200 м До 600 м
Техническое зрение	4 телекамеры 1 монитор
Допустимый диапазон освещенности для работы телесистемы	От 1 до 10 000 лк
Визуальное распознавание предметов на расстоянии от МР: — размерами то 0,1 до 3,0 м — размерами от 0,001 до 0,5 м	1–50 м 0,5–3 м
Диапазон скоростей движения МР	0–1.0 м/с
Время непрерывной работы от бортовых аккумуляторов	2 ч

¹ Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/68477/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3521&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/68477/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3521&tbl=02.01.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение/Особенности
Бортовой источник питания МР	2 АКБ по 12В
Преодолеваемые МР препятствия с грузом в схвате 5 кг	
— порог высотой	До 0,14 м
— стандартные лестничные марши с углом наклона	Не более 20°
— склон в поперечном направлении с углом наклона	Не более 20°
— косогор по курсу с углом наклона	Не более 20°
Глубина преодолеваемой водной преграды	Не более 0,15 м
Преодолеваемый МР снежный покров	Не более 0,08 м
Высота преодолеваемого МР травяного покрова	Не более 0,15 м
Максимальный вылет манипулятора от оси вращения плеча	Не менее 1,2 м
Максимальная высота подъема разрушителей и телекамеры на штанге-удлинителе	Не менее 1,985 м
Общая масса МРК	Не более 70 кг
Масса перевозимого груза в прицепной тележке	Не более 30 кг
Грузоподъемность манипулятора: — на вылете 1 м от оси вращения плеча — на вылете 0,5 м от оси вращения плеча	Не менее 5 кг Не менее 7 кг
Число степеней подвижности манипулятора	4
Максимальное раскрытие губок схвата	120 мм
Усилие на губках схвата (два значения)	100; 200 Н
Типы приводов МР	Электро-механические
Масса МР (ПУ)	Не более 45 кг (12 кг)
Габаритные размеры в транспортном положении (длина ширина высота): — МР — ПУ	Не более: 0,7х0,55х0,55м; 0,36х0,31х0,196 м
Температурный диапазон работы: — МР и ДО — ПУ	От -20 до +40°С; от 0 до +40°С

Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» версия 2.0 «М»^{1,2} и беспроводное досмотровое устройство «Сфера»³

Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» был подробно рассмотрен в главе 5 «Технические средства поиска и досмотра» в качестве беспроводного досмотрового устройства, так как данный комплекс содержит исключительно оборудование, предназначенное для ведения дистанционной аудиовизуальной разведки.

¹ Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности) : научно-технический информационный сборник. Вып. 2, 2018. — 113 с., С. 23.

² Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/skarabey/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/sfera/> (дата обращения: 01.03.2023).

Управляемое досмотровое устройство «Скарабей» (рис. 5.235) представляет собой колёсную платформу со встроенными телевизионными камерами высокого разрешения, микрофоном и передатчиком аудиовизуальной информации по цифровому радиоканалу.



Рис. 5.235. Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей»

Напомним, что согласно функционалу, заявленному на сайте производителя, управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» предназначен для оперативно-го сбора аудио-, видео— и телеметрической информации в труднодоступных и опасных для человека зонах и передачи по радиоканалу на пульт видеонаблюдения и дистанционного управления.

Для комплекса «Скарабей» Версия 2.0 передача аудиовизуальной информации на пульт оператора осуществляется по цифровому радиоканалу, а для младших версий — по аналоговому радиоканалу. Цифровой радиоканал предназначен для использования в сложных условиях распространения радиосигнала и обеспечивает высококачественное стабильное изображение и звук.

Существует также версия управляемого досмотрового робототехнического комплекса «Скарабей» на гусеничном шасси 5.236¹.

¹ Сайт ИА «Оружие России». Анатолий Черкашин. Боевая робототехника на службе в войсках. URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/boevaya-robototekhnika-na-sluzhbe-v-voyskakh/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.236. Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» с пультом управления в гусеничной версии

В отличие от образцов мобильных робототехнических комплексов, рассмотренных выше, управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» не оборудован манипулятором и специальным оборудованием. Тем не менее, отсутствие манипулятора несколько не умаляет антитеррористический потенциал данного колесного мобильного роботизированного комплекса.

Передача робототехническим комплексом «Скарабей» аудиовизуальной информации на пульт оператора позволяет обеспечить дистанционный поиск и идентификацию потенциально опасных предметов, которые могут содержать взрывное устройство. Комплекс «Скарабей» может применяться для поиска опасных объектов на местности, в зданиях или под днищем автомобилей.

В Сирийской Арабской Республике управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» успешно применялся для доразведки глубоких и неосвещённых тоннелей при разминировании Пальмиры (рис. 5.237, 5.238) ^{1,2}.

¹ Сайт ИА «Оружие России». Анатолий Черкашин. Боевая робототехника на службе в войсках. URL:<https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/boevaya-robototekhnika-na-sluzhbe-v-voyskakh/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Министерства обороны Российской Федерации. URL:https://archive.mil.ru/archival_service/central/resources/collection/gallery.htm?id=37464@cmsPhotoGallery (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.237. Боевое применение робототехнического комплекса «Скарабей»



*Рис. 5.238. Применение робототехнического комплекса «Скарабей»
при разминировании Пальмиры*

Досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» применялся при разминировании Пальмиры в тандеме с беспроводным досмотровым устройством «Сфера»^{1,2}. В различных источниках досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» и беспроводное досмотровое устройство «Сфера» могут иметь названия, отличные от названий на сайте компании производителя АО «СЕТ-1». Встречаются названия «досмотровые роботы "Сфера" и "Скарабей"»³, «робототехнические комплексы антитеррористического применения»⁴, а также «разведывательно-досмотровый комплекс "Сфера" и "Скарабей"»⁵.

Формально беспроводное досмотровое устройство «Сфера» (рис. 5.239) представляет собой ударопрочный шар, оснащенный четырьмя видеокамерами с мощной светодиодной белой или инфракрасной подсветкой, высокочувствительным микрофоном, а также устройством позиционирования, которое обеспечивает вертикальное позиционирование устройства. В отличие от «Скарабея», беспроводное досмотровое устройство «Сфера» не способно перемещаться самостоятельно, так как не оборудовано шасси. Тактико-технические характеристики и конструктивные особенности беспроводного досмотрового устройства «Сфера» будут подробно рассмотрены ниже.



Рис. 5.239. Беспроводное досмотровое устройство «Сфера»

В Сирийской Арабской Республике робототехнический комплекс «Сфера» (рис. 5.240) использовался для проведения доразведки тоннелей и колодцев, а «Скарабей» — для доразведки глубоких и не освещённых тоннелей.

¹ Сайт ИА «Оружие России». Анатолий Черкашин. Боевая робототехника на службе в войсках. URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/boevaya-robototekhnika-na-sluzhbe-v-voyskakh/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Министерства обороны Российской Федерации. URL: https://archive.mil.ru/archival_service/central/resources/collection/gallery.htm?id=37464@cmsPhotoGallery (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». Анатолий Черкашин. Боевая робототехника на службе в войсках. URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/boevaya-robototekhnika-na-sluzhbe-v-voyskakh/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя компании АО «СЕТ-1». URL: [https://www.set-1.ru/upload/medialibrary/636/скарабей_сфера_\(роботы_антитеррор\).pdf](https://www.set-1.ru/upload/medialibrary/636/скарабей_сфера_(роботы_антитеррор).pdf) (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Канал «Военная тема». URL: <https://dzen.ru/a/XjBoJRj-aHHYSv6T> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.240. Применение беспроводного досмотрового устройства «Сфера» при разминировании Пальмиры

Успешно пройденные испытания в Сирийской Арабской Республике и накопленный опыт практического применения в боевых условиях позволили эффективно использовать досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» с беспроводным досмотровым устройством «Сфера» в зоне проведения Специальной военной операции.

Робототехнический комплекс «Скарабей» с беспроводным досмотровым устройством «Сфера» успешно применяются сводным отрядом инженеров группировки V для разминирования бункера на заводе Ильича в Мариуполе. Видео использования комплексов «Скарабей» и «Сфера» для разминирования бункера на заводе Ильича доступно в телеграмм-канале «Воин DV». Ниже представлены скриншоты (рис. 5.241–5.246) наиболее интересных с технической точки зрения кадров из данного видео¹.



Рис. 5.241. Сапер с пультом управления робототехнического комплекса «Скарабей» и беспроводным досмотровым устройством «Сфера»

¹ Телеграмм канал «Воин DV». URL:https://t.me/voin_dv/1242 (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.242. Отображение на пульте управления аудиовизуальной информации, поступающей от комплекса «Скарабей»



Рис. 5.243. Робототехнический комплекс «Скарабей» под управлением оператора проводит разведку местности



Рис. 5.244. Робототехнический комплекс «Скарабей» под управлением оператора проводит разведку местности



Рис. 5.245. Сапер с беспроводным досмотровым устройством «Сфера» на телескопической штанге



Рис. 5.246. Сапер с беспроводным досмотровым устройством «Сфера» на телескопической штанге осматривает труднодоступные места

Комплексный характер применения «Сферы» и «Скарабея» прошел проверку в боевых условиях на практике и обусловлен взаимодополняемостью данных устройств, что вполне позволяет считать данные устройства единым робототехническим комплексом. Тем не менее, в дальнейшем, «Сфера» и «Скарабей» будут называться в соответствии с терминологией, принятой на сайте производителя АО «СЕТ-1».

Еще одним доказательством принадлежности «Сферы» и «Скарабея» к единому робототехническому комплексу является использование для ранних модификаций устройств общего кейса для переноски (рис. 5.247)¹. Для транспортировки современных модификаций «Сферы» и «Скарабея» используются разные кейсы.



Рис. 5.247. Кейс PELICAN для переноски двух «Сфер» и одного «Скарабея»

¹ Канал «Военная тема». URL: <https://dzen.ru/a/XjBoJRj-aHHYSv6T> (дата обращения: 01.03.2023).

Беспроводное досмотровое устройство «Сфера»¹

Беспроводное досмотровое устройство «Сфера» (рис. 5.248, 5.249) предназначено для забрасывания в труднодоступные и опасные для человека зоны в целях оперативного сбора аудио-, видео- и телеметрической информации и передачи полученной информации по радиоканалу на пульт видеонаблюдения и дистанционного управления. Беспроводное досмотровое устройство «Сфера» принято на вооружение в органы внутренних дел Российской Федерации.



Рис. 5.248. Беспроводное досмотровое устройство «Сфера»
с выключенной светодиодной подсветкой



Рис. 5.249. Беспроводное досмотровое устройство «Сфера»
с включенной светодиодной подсветкой

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/sfera/> (дата обращения: 01.03.2023).

С технической точки зрения «Сфера» представляет собой шар, оснащенный четырьмя телевизионными камерами со светодиодной подсветкой, микрофоном, передатчиком информации и автономным источником питания. Дополнительно устройство «Сфера» снабжено устройством позиционирования, которое позволяет «Сфере» автоматически принимать вертикальное положение.

Беспроводное досмотровое устройство «Сфера» функционально состоит из двух основных блоков: блока передачи информации и сменного аккумуляторного блока (рис. 5.250).



Рис. 5.250. Блок передачи информации (справа) и сменный аккумуляторный блок беспроводного досмотрового устройства «Сфера»

Основные особенности функционирования и применения беспроводного досмотрового устройства «Сфера» приведены ниже¹:

- включение устройства с помощью чеки;
- одновременная передача изображения от четырех телевизионных камер без потери качества изображения;
- устройство обеспечивает круговой обзор (360°);
- мощная светодиодная белая или инфракрасная подсветки (опционально);
- высокочувствительный микрофон;
- устройство позиционирования обеспечивает вертикальное позиционирование устройства;
- высокая механическая прочность (выдерживает многократные забросы и падение с высоты до 5 м);
- сменный источник питания.

Тактико-технические характеристики беспроводного досмотрового устройства «Сфера» приведены в таблице 5.66².

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoye-oborudovanie/sfera/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Таблица 5.66

**Тактико-технические характеристики беспроводного
досмотрового устройства «Сфера»**

Характеристика	Значение/Особенности
Дальность наблюдения с передачей видеоинформации по радиоканалу на пульт	Не менее 50 м
Диапазон рабочих частот канала передачи	
— код исполнения 1 110/1 150	1 110–1 150 МГц
— код исполнения 1 190/1 230	1 190–1 230 МГц
ТВ-камеры (собственная разработка) (4 шт)	CMOS, Ч/Б
Объективы (4 шт)	Board Lens 2,8
Подсветка (белая светодиодная)	4х6 светодиодов
Угол обзора	360°
Источник питания	Li-PO АКБ (сменный)
Время непрерывной работы (без подсветки)	Не менее 50 мин
Габариты	Диаметр 91 мм
Масса	640 г
Диапазон рабочих температур	От -20 до +45°С

Варианты применения беспроводного досмотрового устройства «Сфера» представлены на рисунках 5.251–5.257¹. Устройство «Сфера» может использоваться для заброса в труднодоступные и опасные для человека зоны (рис. 5.251, 5.252), может опускаться на подвесе для исследования объекта (рис. 5.253–5.256), а также устанавливаться на штангу или на треногу (рис. 5.257).



Рис. 5.251. Применение «Сферы» для заброса

¹ Там же.



Рис. 5.252. Применение «Сферы» для заброса в боевой обстановке

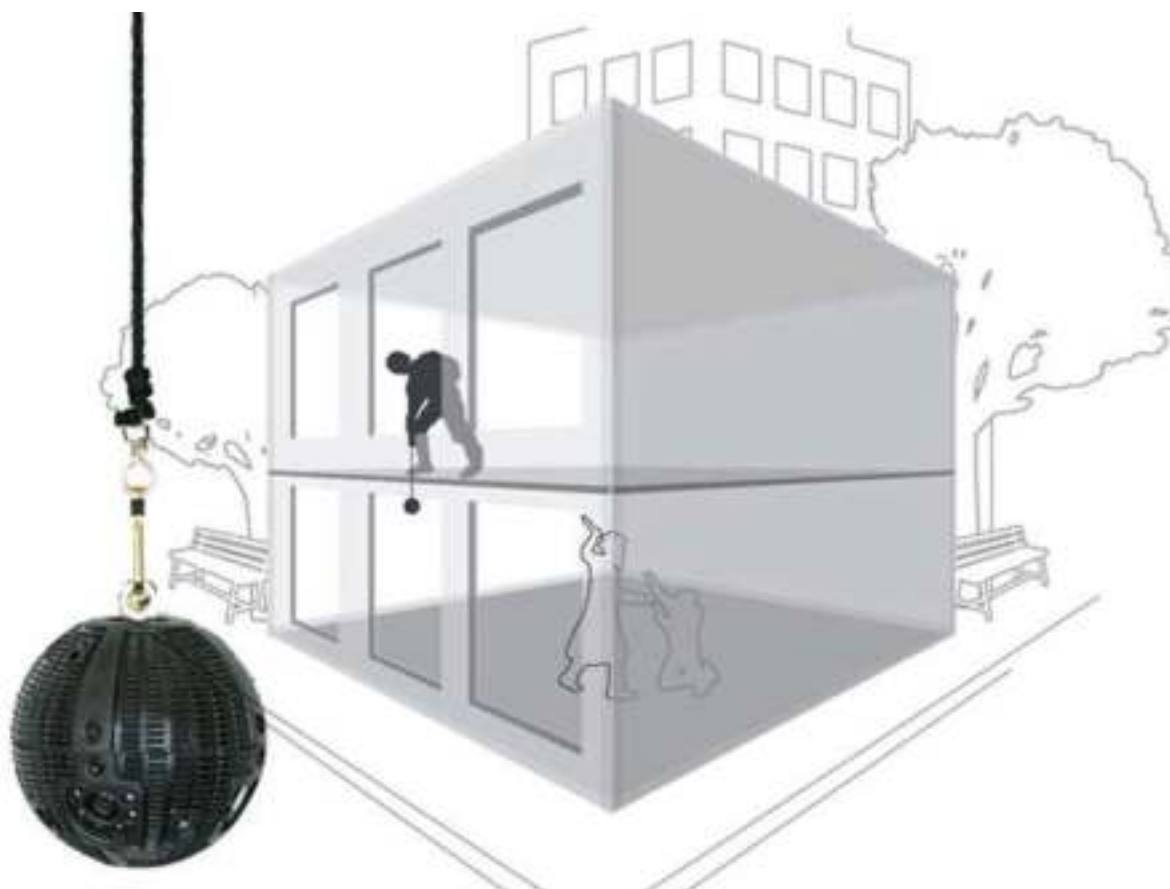


Рис. 5.253. Применение «Сферы» на подвесе



Рис. 5.254. Применение «Сферы» на подвесе в боевых условиях



Рис. 5.255. Применение «Сферы» на подвесе в боевых условиях



Рис. 5.256. Применение «Сферы» на подвесе в боевых условиях

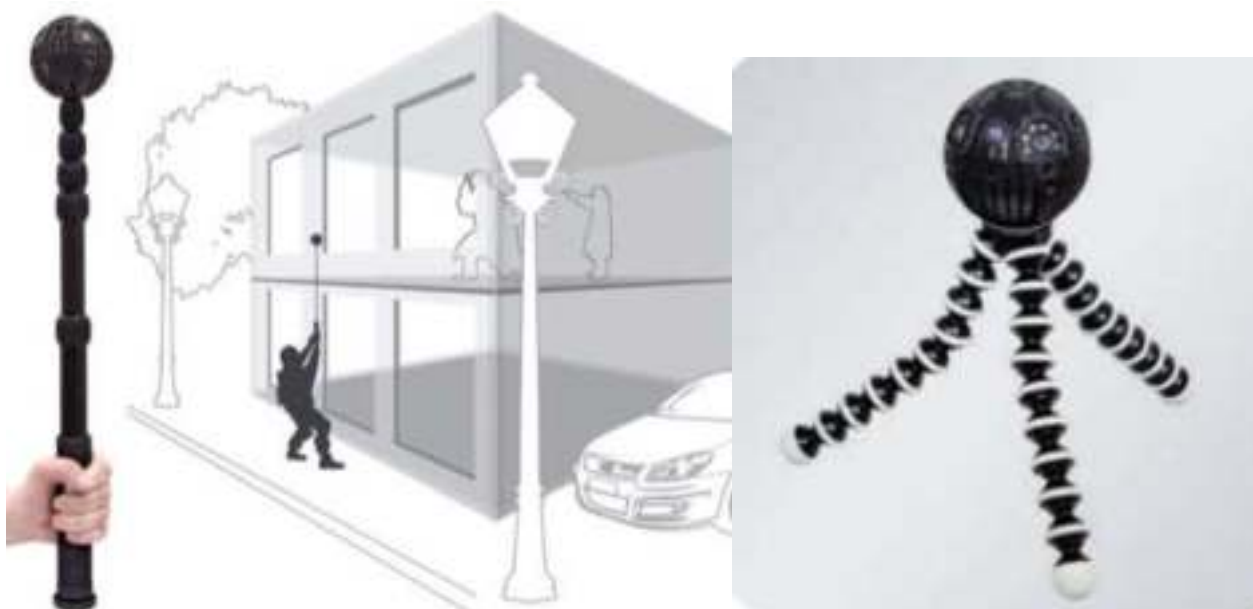


Рис. 5.257. Применение «Сферы», установленной на штангу и на треногу

Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления

Дистанционное управление устройством «Сфера», приём и просмотр информации осуществляется по радиоканалу с помощью пульта видеонаблюдения и дистанционного управления для устройства «Сфера» (рис. 5.258, 5.259).



Рис. 5.258. Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления



Рис. 5.259. Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления
(для устройства «СФЕРА») в сложенном состоянии

Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления для устройства «Сфера» обеспечивает¹:

- включение и выключение устройства;
- приём и отображение видеоинформации, передаваемой по радиоканалу;

¹ Сайт производителя АО «СЕТ-1». URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/sfera/> (дата обращения: 01.03.2023).

- прослушивание через наушники или встроенный динамик аудиоинформации, передаваемой от микрофона, расположенного на устройстве;
- выбор режима отображения видеоинформации полноэкранный, от 1 телевизионной камеры или одновременное отображение информации от 4 телевизионных камер устройства «Сфера»;
- включение и выключение подсветки;
- индикацию состояния батареи устройства;
- переключение частотных каналов.

Пример одновременного отображения информации от 4 телевизионных камер устройства «Сфера» на мониторе пульта видеонаблюдения и дистанционного управления представлен на рисунке 5.260.



Рис. 5.260. Пример одновременного отображения информации от 4 телевизионных камер устройства «Сфера»

На корпусе пульта видеонаблюдения и дистанционного управления расположены следующие органы управления и устройства отображения¹:

- джойстик;
- монитор;
- кнопки управления оборудованием;
- аудио— и видеовыход для подключения внешнего монитора;
- переключатель частотных каналов;
- индикатор состояния батарей комплекта «Сфера» и самого пульта;
- кнопка включения и выключения подсветки;

¹ Там же.

— гибкие пружинные антенны.

Тактико-технические характеристики беспроводного досмотрового устройства «Сфера» приведены в таблице 5.67¹.

Таблица 5.67

Тактико-технические характеристики беспроводного досмотрового устройства «Сфера»

Характеристика	Значение
Диапазон рабочих частот	1 110–1 230 МГц
Рабочая частота канала дистанционного управления	917 МГц
Источник питания	Li-Ion АКБ
Время непрерывной работы	Не менее 240 мин
Габариты	271x163x77 мм
Масса	1,8 кг

Для хранения и транспортировки комплекса «Сфера» используется влагозащищенный кейс (рис. 5.261).



Рис. 5.261. Влагозащищенный кейс для хранения и транспортировки комплекса «Сфера»

¹ Там же.

Малогабаритный забрасываемый робот (МЗР) «Юла-2»^{1,2}

Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2» (рис. 5.262) является обновленной и улучшенной версией робота «Юла», хорошо себя зарекомендовавшего при проведении операций, требующих скрытых разведывательных действий. По сравнению с предыдущей моделью была увеличена за счет использования двигателей повышенной мощности скорость передвижения робота «Юла-2», а также было повышено качество получаемого с камеры робота изображения и увеличена дальность связи благодаря использованию улучшенной приёмопередающей системы.



Рис. 5.262. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2»

Робот «Юла-2» обладает схожим с беспроводным досмотровым устройством «Сфера» функциональным назначением забрасываемого устройства для ведения дистанционной аудиовизуальной разведки в условиях городской и промышленной инфраструктуры, но, в отличие от него, имеет двухколесное шасси с опорой на модуль камеры. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2» в различных проекциях представлен на рисунках 5.263–5.265.

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:<https://rtc.ru/solution/yula-2/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:https://rtc.ru/media/documents/юла-2_брошюра_03.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.263. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2»



Рис. 5.264. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2» (вид спереди)



Рис. 5.265. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2» (вид сбоку)

К основным функциональным особенностям малогабаритного забрасываемого робота «Юла-2» относятся^{1,2}:

- возможность доставки путем ручного заброса или сброса с БПЛА (с высоты до 10 м при установке колес повышенной защиты);
- ударопрочная конструкция;
- сменные маршевые колеса.

Ударопрочная конструкция малогабаритного забрасываемого робота «Юла-2» обеспечивает возможность доставки робота в требуемую точку путем ручного заброса или сброса с беспилотного летательного аппарата. К примеру, робот «Юла-2» может быть заброшен внутрь здания через окно или форточку. Робот способен свободно перемещаться по внутренним помещениям и передавать визуальную и звуковую информацию на расстояние до 100 м, оставаясь при этом незамеченным.

В зависимости от условий применения, робот «Юла-2» может комплектоваться различными типами маршевых колес, замена которых может быть проведена непосредственно в ходе операции. Комплект взаимозаменяемых маршевых колес робота «Юла-2» представлен на рисунке 5.266.



Рис. 5.266. Комплект взаимозаменяемых маршевых колес

Благодаря конструктивным особенностям, сменные колеса позволяют повысить отдельные характеристики робота, такие как максимальная скорость движения, проходимость или устойчивость к ударным нагрузкам при падении.

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:<https://rtc.ru/solution/yula-2/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:https://rtc.ru/media/documents/юла-2_брошюра_03.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Применение малогабаритного забрасываемого робота «Юла-2» проиллюстрировано в видеоролике на сайте ЦНИИ РТК¹. Ниже представлены скриншоты некоторых кадров данного видео (рис. 5.267–5.269).



Рис. 5.267. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2»



Рис. 5.268. Робот «Юла-2» ведёт аудиовизуальную разведку из-за преграды

¹ Сайт ЦНИИ РТК. URL:<https://rtc.ru/solution/yula-2/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.269. Скрытое выдвижение робота «Юла-2» на исходный рубеж

Отметим, что модуль аудиовизуальной разведки, который позволяет вести наблюдение из-за препятствия одновременно служит третьей опорной точкой двухколесного робота «Юла-2».

Также возможен вариант сочленения двух роботов «Юла-2», что позволяет обеспечить полноценное четырехколесное шасси. Спаренный вариант робота «Юла-2» показан на рисунке 5.270.



Рис. 5.270. Спаренный вариант робота «Юла-2»

Тактико-технические характеристики малогабаритного забрасываемого робота «Юла-2» приведены в таблице 5.68¹.

Таблица 5.68

Тактико-технические характеристики робота «Юла-2»

Характеристика	Значение/Особенности
Габаритные размеры (ДхШхВ)	260х190х140 мм
Масса	0.7 кг
Грузоподъемность	0.3 кг
Скорость передвижения	до 0.5 м/с
Преодоление препятствий (уклоны, уступы)	— уклоны до 20° — уступы высотой до 0.07 м
Время автономной работы	2 ч
Дальность управления	— открытая местность — 200 м — городская застройка — 100 м
Высота сброса	10 м
Оснащение платформы	— курсовая видеокамера — блок осветителей — микрофон

Для управления малогабаритным забрасываемым роботом «Юла-2» могут использоваться следующие пульта дистанционного управления^{2,3}:

1. Переносной пульт дистанционного управления.

Переносной пульт дистанционного управления (рис. 5.271) обладает следующими тактико-техническими характеристиками (табл. 5.69):



Рис. 5.271. Переносной пульт дистанционного управления

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL: https://rtc.ru/media/documents/юла-2_брошюра_03.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL: <https://rtc.ru/solution/yula-2/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL: https://rtc.ru/media/documents/юла-2_брошюра_03.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.69

Тактико-технические характеристики переносного пульта дистанционного управления

Функциональный элемент	Характеристики/Особенности
Дисплей	Диагональ 5", разрешение 800х480 пкс
Органы управления	Двухосевой джойстик, кнопки х 4
Канал связи	Аналоговый 917 МГц и 1.2 ГГц
Время автономной работы	2 ч
Габаритные размеры (ДхШхВ)	235х135х40 мм
Масса	1 кг

Переносной пульт дистанционного управления совместим не только с малогабаритным забрасываемым роботом «Юла-2», но и малогабаритным разведывательным роботом «Кадет» (рис. 5.272) производства Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). Подробная информация о роботе «Кадет» доступна на сайте ЦНИИ РТК¹.



Рис. 5.272. Малогабаритный разведывательный робот «Кадет»

2. Универсальный переносной пульт дистанционного управления.

Универсальный переносной пульт дистанционного управления изображен на рисунке 5.273.

¹ Сайт ЦНИИ РТК. URL:<https://rtc.ru/solution/kadet/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.273. Универсальный переносной пульт дистанционного управления

Тактико-технические характеристики универсального переносного пульта дистанционного управления приведены в таблице 5.70.

Таблица 5.70

Тактико-технические характеристики универсального переносного пульта дистанционного управления

Функциональный элемент	Характеристики/Особенности
Дисплей	Диагональ 7", разрешение 1 280x720 пкс
Органы управления	Двухосевой джойстик x 2, программируемые кнопки x 7
Канал связи	Аналоговый 917 МГц и 1.2 ГГц, цифровой 2.4 и 5 ГГц
Время автономной работы	2 ч
Габаритные размеры (ДхШхВ)	250x160x60 мм
Масса	1.5 кг

Универсальный переносной пульт дистанционного управления совместим с малогабаритным забрасываемым роботом «Юла-2», малогабаритным разведывательным роботом «Кадет», а также с малогабаритной разведывательной платформой «Курсант», представленной на рисунке 5.274. Подробное описание робототехнической платформы «Курсант» также доступно на сайте ЦНИИ РТК¹.

¹ Сайт ЦНИИ РТК. URL:<https://rtc.ru/solution/kursant/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.274. Малогабаритная разведывательная платформа «Курсант»

Змеевидный робот (ЗР) «Змеелок-3М»^{1,2}

Змеевидный робот «Змеелок-3М» относится к наземным робототехническим комплексам и имеет необычный «змеиный» форм-фактор. Первым шагом по созданию змеевидных роботов стало создание систем для внутритрубной диагностики, способных перемещаться по круглым коммуникациям с изменяемыми размерами и различными ответвлениями. Применение змеевидных роботов возможно в тех сферах, где требуются сложные системы, обладающие как локомоционными, так и манипуляционными возможностями. Наиболее актуальной задачей змеевидного робота является обследование труднодоступных пространств с ограничениями, таких как трубы различного диаметра и направления, завалы после землетрясений и т. д. Робот со змеевидным форм-фактором способен перемещаться сквозь узкие щели разрушенных зданий и в случае обнаружения людей может обеспечить их связью с внешним миром.

Змеевидный робот «Змеелок-3М» (рис. 5.275, 5.276) был разработан в 2012 г. и прошел модернизацию в 2018 г.

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:<https://rtc.ru/solution/zmeelok-3m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:https://rtc.ru/media/documents/ЗМЕЕЛОК-3М_брошюра_04.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.275. Змеевидный робот «Змеелок-3М»



Рис. 5.276. Змеевидный робот «Змеелок-3М»

Змеевидный робот «Змеелок-3М» может применяться для выполнения задач в условиях ограниченных пространств (завалов после землетрясений и т. д.), проведения внутритруб-

ной диагностики трубопроводов сложной формы и переменного диаметра, проведения прикладных научных исследований, а также для разработки новых подходов к системе управления модульных и гиперизбыточных роботов.

К основным функциональным особенностям змеевидного робота «Змеелок-3М» (рис. 5.277) относятся^{1,2}:

- полностью модульная конструкция, отличающаяся надежностью и простотой,
- повышенные силомоментные характеристики робота «Змеелок-3М» по сравнению с предыдущими моделями «Змеелок-1» и «Змеелок-2»;
- управление и питание осуществляется по кабелю длиной до 100 м;
- возможность оснащения модулем ТВ-камеры или дополнительным оборудованием по согласованию с производителем.

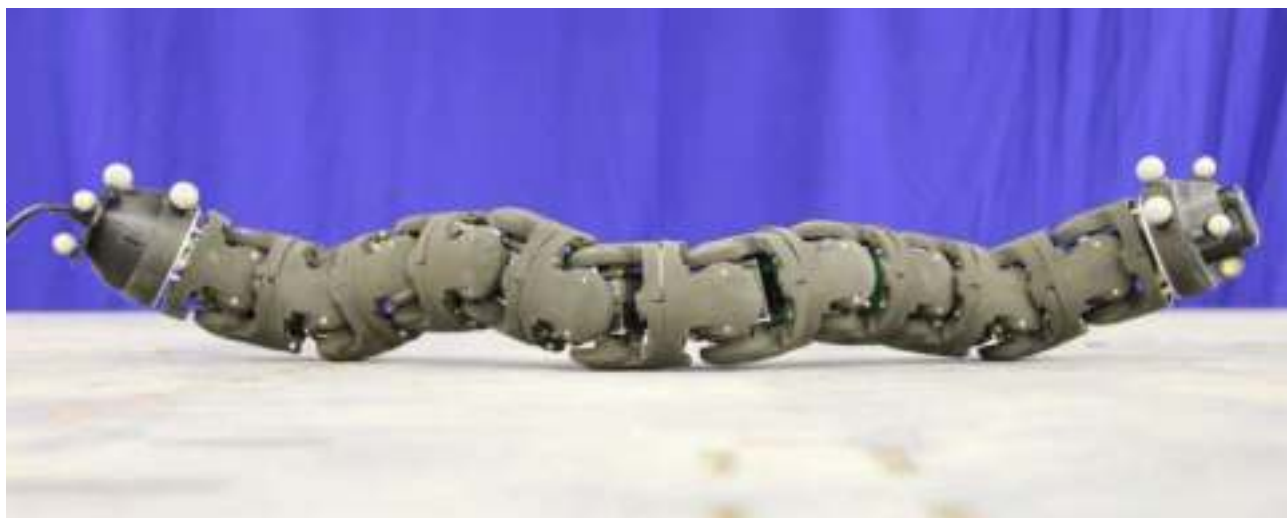


Рис. 5.277. Полностью модульная конструкция робота «Змеелок-3М» отличающаяся надежностью и простотой

В змеевидном роботе «Змеелок-3М» реализованы и отработаны следующие локомоторные моды^{3,4}:

- прямолинейное движение (рис. 5.279);
- движение по кривой;
- движение боком;
- движение качением;
- разворот на месте;
- движение внутри вертикального канала;
- преодоление препятствий высотой до 80 мм;
- поза наблюдателя «Кобра» (рис. 5.278).

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:<https://rtc.ru/solution/zmeelok-3m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:https://rtc.ru/media/documents/ЗМЕЕЛОК-3М_брошюра_04.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:<https://rtc.ru/solution/zmeelok-3m/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:https://rtc.ru/media/documents/ЗМЕЕЛОК-3М_брошюра_04.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Примеры локомоторных мод змеевидного робота «Змеелок-3М» представлены на рисунках 5.278, 5.279^{1,2}.



Рис. 5.278. Робот «Змеелок-3М» в позе наблюдателя «Кобра»

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:<https://rtc.ru/solution/zmeelok-3m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL:https://rtc.ru/media/documents/ЗМЕЕЛОК-3М_брошюра_04.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.279. Движение робота «Змеелок-3М» по прямой

Технические характеристики змеевидного робота «Змеелок-3М» приведены в таблице 5.71^{1,2}.

Таблица 5.71

Технические характеристики змеевидного робота «Змеелок-3М»

Параметр	Значение/Особенности
Количество модулей в роботе	10–20 шт
Длина модуля	80 мм
Диаметр модуля	80 мм
Масса модуля	0,35 кг
Максимальный момент на каждой оси модуля	3.2 кН·мм
Количество сервоприводов в модуле	2 шт
Время автономной работы	Неограничено (внешнее питание)
Дальность управления	100 м (кабельная линия)
Оснащение платформы	— курсовая видеокамера; — блок осветителей

¹ Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL: <https://rtc.ru/solution/zmeelok-3m/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). URL: https://rtc.ru/media/documents/ЗМЕЕЛОК-3М_брошюра_04.19.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Отметим, что все рассмотренные выше роботизированные системы способны функционировать только при обеспечении непрерывного дистанционного управления человеком. Соответственно, в подобной системе «человек-машина» значительную роль обретает человеческий фактор, который значительно повышает вероятность возникновения ошибочного решения.

С появлением искусственного интеллекта на основе нейросетевых алгоритмов, роботизированные системы достигли качественно нового уровня. Во-первых, использование обучающихся искусственных нейронных сетей для обработки информации позволило обеспечить автономное функционирование роботизированных систем. Оператору больше не нужно постоянно следить за роботом. В случае возникновения определенной ситуации робот сам проинформирует оператора. Во-вторых, в сформированной системе «человек-машина-искусственный интеллект» на основе нейросетевых алгоритмов реализована мощная система поддержки принятия решения, благодаря которой оператор получает всесторонний анализ обстановки для последующего принятия решения. Роботизированная система не только проинформирует оператора о возникновении события, например проникновения нарушителя на объект, но и предложит варианты действий на основе полученной информации.

Автономные наземные роботизированные системы

В качестве примеров наземных роботизированных систем, которые могут функционировать автономно, можно привести охранные роботы «Трал Патруль» российской компании «СМП Роботикс»¹. Компания разрабатывает и серийно производит колесные роботы, оснащенные автономной системой управления движением. Роботы предназначены для автоматического перемещения по запрограммированному маршруту, проходящему под открытым небом.

На основе серийно выпускаемых охранных роботов поставляются роботы для проведения тепловизионных инспекций электрического и нефтегазового оборудования, мобильные роботы экологического контроля атмосферы и территорий, а также мобильные роботы для обслуживания парков и автономные роботы-доставщики для транспортировки небольших грузов на территориях промышленных предприятий в суровых условиях Севера.

Автономные охранные роботы «Трал Патруль»^{2,3,4}

Охранные роботы «Трал Патруль» российской компании «СМП Роботикс» предназначены для ведения видеонаблюдения во время автономного патрулирования охраняемых территорий как в движении, так и при остановках на позициях, оптимальных для контроля критически значимых участков территории охраняемого объекта.

Охранные роботы «Трал Патруль» представлены серийными моделями автономных мобильных роботов «Трал Патруль 5» и «Трал Патруль 7» (рис. 5.280). Мобильные роботы «Трал Патруль 5» серийно производятся с 2019 г. и в настоящий момент являются отлаженной роботизированной транспортной платформой, пригодной для решения различных задач, стоящих перед мобильной робототехникой.

¹ Сайт компании производителя ООО «СМП Роботикс». URL:<https://www.smprobotics.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт компании ООО «СМП Роботикс». URL:<https://www.smprobotics.ru/produksiya/okhrannye-roboty-dlya-patrulirovaniya-territorii/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.280. Роботы «Трал Патруль 5» (слева) и «Трал Патруль 7» (справа)

Робот «Трал Патруль 7» (рис. 5.281) был впервые представлен на выставке «Securika Moscow», проходившей 12–15 апреля 2022 г. в Москве^{1,2}.



Рис. 5.281. Робот «Трал Патруль 7»

Робот «Трал Патруль 7» предназначен для охраны, видеонаблюдения и инспектирования охраняемых территорий по грунтовым, гравийным и песчаным дорогам. Новая модель робота имеет полный привод и конструкцию, предназначенную для работы в условиях низких температур. Роботы этой серии обладают высокой проходимостью и способны уверенно передвигаться по заснеженным дорогам с глубиной снежного покрова до 20 см.

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL: https://www.tral.ru/news_smp/tral-patru-7-na-vystavke-securika-moscow-12-15-aprelya-2022/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании производителя ООО «СМП Роботикс». URL: <https://www.smprobotics.ru/news/novyy-okhrannyu-robot-na-vystavke-securika-moscow-12-15-aprelya/> (дата обращения: 01.03.2023).

Автоматическая система управления, отлаженная многолетней эксплуатацией на роботе «Трал Патруль 5», успешно адаптирована к всесезонному использованию на большей части территории России. Оператор может осуществлять удаленный контроль робота «Трал Патруль 7» без ограничений по дальности расположения от охраняемого объекта.

На роботе «Трал Патруль 7» установлена отечественная система профессиональной широкополосной радиосвязи «Маквил» производства АО «НИРИТ», которая позволяет разворачивать транкинговую сеть 4-го поколения. По сравнению с сотовыми сетями сеть «Маквил» обеспечивает полноценный широкополосный доступ при значительно меньших затратах благодаря большой зоне покрытия базовых станций. По сравнению с сотовыми сетями высокочастотных GSM-диапазонов решение «Маквил» оптимально для работы в малонаселенных и удаленных территориях с небольшим количеством абонентов.

Важно отметить, что обе модели автономных мобильных роботов «Трал Патруль 5» и «Трал Патруль 7» оснащены однотипными системами интеллектуального видеонаблюдения и мониторинга и могут совместно эксплуатироваться на разных участках одного охраняемого объекта. Полноприводные роботы «Трал Патруль 7» могут использоваться для патрулирования протяженных периметров, а заднеприводные «Трал Патруль 5» — для прилегающих к зданиям территорий.

К основным функциональным особенностям мобильных роботов «Трал Патруль 5» и «Трал Патруль 7» могут быть отнесены^{1,2,3}:

1. Система роботизированного патрулирования. Система автономного управления движением охранного робота обеспечивает высокоточный проезд по заданному в процессе обучения маршруту. Для ориентации робот использует не только данные спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС, но и визуальную навигацию. Для наилучшей точности следования маршруту целесообразно использовать оба способа навигации. При этом необходимо учитывать, что для визуальной навигации необходима достаточная освещенность пути патрулирования, а для надежной работы спутниковой навигационной системы — беспрепятственное получение навигационного сигнала.

В процессе патрулирования охранный робот способен объезжать препятствия и возвращаться на маршрут. При движении в ночное время, в условиях низкой освещенности, робот включает инфракрасную подсветку, невидимую для человеческого глаза. В случае значительного отклонения от маршрута, например, при объезде протяженного препятствия, робот оснащен системой аварийной остановки, срабатывающей при отклонении от заданного пути более чем на 5 м. В этом случае для возвращения на маршрут предусмотрен режим телеуправления.

Для обеспечения непрерывной автономной эксплуатации роботов обеспечивается их автоматическая зарядка посредством использования дополнительного оборудования — автоматической зарядной станции.

2. Видеонаблюдение с мобильных камер. Для передачи видео и служебной информации от робота может быть использован канал передачи данных сотовой сети 4G, радиointерфейс Wi-Fi или сочетание обоих способов передачи данных. Wi-Fi целесообразно использовать для непрерывного видеонаблюдения при работе в составе CMS, а сети 4G — при использовании роботов, оснащенных автономной системой интеллектуального видеонаблюдения и распознавания человека. В последнем случае трафик, генерируемый роботом, достаточно невелик, а при инсталляции не требуется дополнительных усилий для создания сети Wi-Fi с надежным покрытием.

В ряде случаев удобно комбинированное использование обоих способов передачи данных. Для уменьшения трафика можно использовать Wi-Fi в условиях прямой видимости

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Роботикс». URL: https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patrul_5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

точки доступа. В случае нахождения робота на отдаленном участке патрулируемой территории или в зоне неуверенного покрытия сетью Wi-Fi, роутеры робота автоматически переключаются на 4G-каналы сотовых операторов.

Работа роботов на маршруте патрулирования сопровождается оповещениями, посредством службы мгновенных сообщений Security Robot Messenger. Этот сервис передает фото, фрагменты видео тревожных событий, детектируемых системой видеоаналитики, и информирует о состояниях роботов. Сообщения отображаются на смартфоне охранника, оператора или собственника объекта охраны.

3. Круглосуточное групповое патрулирование. Организация патрулирования охранных роботов в составе группы позволяет обеспечить высокую надежность системы интеллектуального видеонаблюдения при максимальном охвате охраняемой территории. Для управления взаимодействием автономных охранных роботов «Трал Патруль 5» и «Трал Патруль 7» разработан режим группового патрулирования с элементами искусственного интеллекта. Именно искусственный интеллект позволяет взаимодействующим роботам, которые являются в данном случае интеллектуальными агентами, получить оптимальное решение ранее незапрограммированных задач.

Режим группового патрулирования позволяет синхронизировать перемещение охранных роботов для их равномерного распределения по всей территории, осуществлять поочередное видеонаблюдение общих участков территории с разных позиций наблюдения, перераспределять маршруты патрулирования при остановке на подзарядку, а также осуществлять выбор наилучшей позиции для ретрансляции в сети MESH WIFI.

4. Световая сигнализация автоматической работы. Яркие светодиоды сигнализации автоматического движения оранжевого цвета и цветные светодиоды индикации режимов работы, установленные максимально высоко на мачте видеонаблюдения охранных роботов, позволяют на значительном удалении определить режим работы робота.

5. Звуковое оповещение и кнопка вызова оператора. Охранные роботы оснащены системой звукового оповещения и IP-интеркомом. Звуковой информатор позволяет многократно воспроизводить заданные фразы, которые могут быть инициированы автоматически, по факту появления человека в поле зрения камер или в ручном режиме, по команде оператора. Интерком и кнопка вызова позволяют человеку, оказавшемуся рядом с роботом, осуществить вызов оператора.

6. Дополнительное оборудование и инфраструктура. Для автономного функционирования роботов на охраняемой территории необходимо размещение дополнительного стационарного оборудования, вариант комплекта которого представлен на рисунке 5.282.



Рис. 5.282. Комплект дополнительного оборудования робота «Трал Патруль 7»

В состав дополнительного оборудования входят автоматические зарядные станции, предназначенные для автоматического заряда аккумуляторных батарей роботов, базовая станция формирования коррекций спутниковой навигационной системы, а также коммуникационный блок Abox для организации беспроводных соединений между роботами, базовой станцией и сетью Wi-Fi в случае ее развертывания.

Основные технические характеристики дополнительного оборудования приведены в таблице 5.72^{1,2,3}.

Таблица 5.72

Основные технические характеристики дополнительного оборудования

Характеристика	Значение
Автоматическое зарядное устройство	
Входное напряжение	48 В постоянного тока (DC)
Потребляемая мощность (stand by/max)	6/120 Вт
Габаритные размеры	1480×1469×225 мм
Вес	40 кг
Базовая станция GPS и Abox	
Напряжение питания и потребляемая мощность	220 В, 40 Вт
Габаритные размеры базовой станции, ВхШх диаметр посадочного отверстия (DIA)	220×253×170 мм
Габаритные размеры Abox	230×323×87 мм

В типовом случае требуется одна станция на каждые два патрулирующих робота. Автоматическая зарядная станция подключается к сети 220 В. Для аварийного энергоснабжения могут использоваться солнечные батареи с механизмом поворота.

7. Непрерывный виртуальный мониторинг работы роботов. В процессе эксплуатации данные о работе систем роботов передаются в центр виртуального мониторинга и технической поддержки. В случае выявления неисправностей оператор центра мониторинга информирует местный технический персонал о необходимости вмешательства в работу роботов.

Виртуальный центр мониторинга имеет доступ только к данным телеметрии робота и неспособен получать видео с камер видеонаблюдения, поэтому объем передаваемых данных не создает значительного трафика, и для его передачи удобно использование 4G-сетей сотовых операторов.

Текущее состояние систем робота отображается на встроенном пульте индикации и управления. Индикация осуществляется цветными светодиодами, они позволяют диагностировать любую остановку робота без подключения дополнительных устройств или компьютера.

Возможности основных подсистем автономных мобильных роботов «Трал Патруль 5» и «Трал Патруль 7» представлены в таблице 5.73^{4,5,6}.

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Роботикс». URL:https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patrul_5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт компании «СМП Роботикс». URL:https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patrul_5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.73

Возможности автономных мобильных роботов «Трал Патруль 5» и «Трал Патруль 7»

Система	Функционал
Система роботизированного патрулирования	— автоматическое движение по маршруту патрулирования; — объезд препятствий и возвращение на маршрут; — патрулирование в условиях низкой освещенности; — невидимая подсветка пути проезда; — остановка при отклонении от маршрута; — автоматическая зарядка при разряде аккумуляторов
Интеллектуальное видеонаблюдение и звуковое оповещение	— непрерывное круговое наблюдение шестью HD-камерами; — PTZ HD-камера с 30-кратным зумом; — исполнение с тепловизионной PTZ-камерой; — автоматическое детектирование человека и групп людей; — распознавание людей по лицу; — звуковое оповещение и Intercom с кнопкой вызова оператора; -высокочувствительный микрофон
Групповое патрулирование	— равномерное распределение роботов по маршруту патрулирования; — поочередное наблюдение общих участков с разных позиций; — перераспределение маршрутов при выбывании роботов; — выбор позиций ретрансляции для поддержки WiFi MESH
Мобильное видеонаблюдение и коммуникации	— передача видео, звука, местоположения через 4G или WiFi; — отображение видео на мобильном устройстве и в ONVIF диспетчерской; — мгновенное оповещение о тревожном событии через Telegram; — круглосуточный мониторинг исправности работы робота производителем

Семейство охранных роботов «Трал Патруль 5»

Рассмотрим подробнее модели автономных охранных роботов семейства «Трал Патруль 5».

В состав данного семейства входят роботы интеллектуального видеонаблюдения модели «Трал Патруль 5.1» и «Трал Патруль 5.2», роботы для видеонаблюдения в составе CMS «Трал Патруль 5.1 IP» и «Трал Патруль 5.2 IP», а также роботы тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3» и «Трал Патруль 5.3 IP».

Охранные роботы интеллектуального видеонаблюдения моделей «Трал Патруль 5.1», «Трал Патруль 5.1 IP», «Трал Патруль 5.2» и «Трал Патруль 5.2 IP» имеют идентичные возможности по автономному патрулированию. Все модели роботов оборудованы 6 камерами высокого разрешения для ведения кругового видеонаблюдения на средних дистанциях. Модели роботов отличаются системами видеонаблюдения и временем автономной работы.

Использование встроенной системы видеоаналитики на основе бортового компьютера в роботах без индекса IP («Трал Патруль 5.1» и «Трал Патруль 5.2») позволяет обеспечить передачу видеопотока только при наступлении тревожного события и тем самым разгрузить каналы передачи данных. Робот принимает решение об отправке тревожного сообщения оператору только в том случае, если встроенная система видеоаналитики детектирует наличие на охраняемом объекте человека, попавшего в поле зрения камер видеонаблюдения. Для надежной передачи видео тревожных событий вне зависимости от текущего качества беспроводного соединения реализована функция буферной видеозаписи.

Роботы с индексом IP («Трал Патруль 5.1 IP» и «Трал Патруль 5.2 IP») не имеют встроенной системы видеоаналитики на борту и обеспечивают только постоянную передачу

сжатых видеопотоков от IP-камер видеонаблюдения, без их анализа и записи на борту робота. Данный тип роботов предназначен для работы в составе систем видеонаблюдения, имеющих стационарные внешние серверы видеоанализа.

Сравнительные технические характеристики всех охранных роботов семейства «Трал Патруль 5» представлены в таблице 5.74^{1,2,3}.

Таблица 5.74

Сравнительные технические характеристики всех охранных роботов семейства «Трал Патруль 5»

Технические характеристики охранных роботов серии «Трал Патруль»	Охранные роботы серии «Трал Патруль» и значение их технических характеристик			
	5.1	5.2	5.1 IP	5.2 IP
Панорамные камеры 720P	АHD	АHD	IP	IP
Чувствительность панорамных камер, люкс	0,005	0,005	0,004	0,004
PTZ камера 1/2.8", optical zoom / resolution	Нет	x20 1080P	Нет	x20 1080P
Камеры видеоаналитики	Панорамные и PTZ	Панорамные	Нет	Нет
Дальность обнаружения человека в дневное время	До 30 м	до 100 м	Нет	Нет
Встроенный компьютер видеоаналитики	Трал 9	2 x Трал 9	Нет	Нет
Запись видео	Постоянно или по детектору человека		Нет	Нет
Скорость потока на канал	2 048 или 4 096 Кб/с		2 048 Кб/с	
Объем данных на канал	0,9 или 1,8 Гб/ч		0,9 Гб/ч	
Объем встроенного SSD	64 Гб		Нет	Нет
Усиление Wi-Fi антенн	8 дБ	2 дБ	8 дБ	2 дБ
Расчетное время работы	12 ч	10 ч	16 ч	14 ч
Цена	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Роботикс». URL: https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patru5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Российский охранный робот 5-го поколения с интеллектуальной системой видеонаблюдения «Трал Патруль 5.2»^{1,2,3}

В отличие от охранного робота «Трал Патруль 5.1», охранный робот 5-го поколения с интеллектуальной системой видеонаблюдения «Трал Патруль 5.2» (рис. 5.283) обеспечивает не только ведение кругового видеонаблюдения в режиме автономного патрулирования, но и PTZ-видеонаблюдение из автоматически сменяемых позиций.



Рис. 5.283. Охранный робот 5-го поколения с интеллектуальной системой видеонаблюдения «Трал Патруль 5.2»

На борту «Трал Патруль 5.2» в дополнение к панорамным камерам установлена PTZ-камера, которая обеспечивает возможность ведения наблюдения на больших дистанциях и сканирования всего пространства посредством непрерывного вращения. Напомним, что аббревиатура PTZ означает сокращение от названия параметров удаленного управления камерой: pan, tilt, zoom — панорамирование, наклон и зум. В дневное время PTZ-камера дает возможность осматривать пространство вокруг робота на дальностях свыше 100 м. В ночное время дистанция наблюдения зависит от уровня освещенности.

PTZ-камера постоянно вращается и сканирует окружающее пространство до момента обнаружения человека. При этом изображение от PTZ-камеры всегда передается по беспро-

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Сервис». URL:<https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Роботикс». URL:https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patrul_5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

водному каналу связи в ONVIF (Open Network Video Interface Forum) CMS. В случае обнаружения человека встроенной системой интеллектуального видеонаблюдения, PTZ-камера прекращает вращение и приступает к автоматическому сопровождению детектированного человека.

Для обнаружения лиц и людей, попадающих в поле зрения камер, робот «Трал Патруль 5.2» оснащен бортовой системой видеоаналитики, построенной на основе двух бортовых компьютеров «Трал 9» на базе процессора NVidia Jetson TX2, которые обеспечивают в процессе анализа изображения не только распознавание человека, но и детектирование его лица в положении фронт.

Именно бортовой компьютер «Трал 9» обеспечивает анализ изображений с многочисленных камер робота и выделение интересующей информации посредством использования алгоритмов Deep Learning. Бортовые компьютеры робота имеют феноменально низкую потребляемую мощность при высокой вычислительной производительности. Архитектура процессора оптимизирована для работы с нейронными сетями, доказавшими свою высокую эффективность для решения задач распознавания и классификации видео и звуковой информации.

Один компьютер «Трал 9» предназначен для обработки видеопотока всех панорамных камер, второй — только для анализа потока PTZ-камеры. При этом используется управление зумом для получения фото лица необходимого разрешения. Пример фрагмента видео с детекцией фигуры и лица человека бортовым комплексом видеоаналитики робота «Трал Патруль 5.2» представлен на рисунке 5.284¹.



Рис. 5.284. Фрагмент видео с детекцией фигуры и лица человека роботом «Трал Патруль 5.2»

¹ ООО «СМП Роботикс». URL: <https://www.smprobotics.ru/news/detektsiya-litsa-sistemoy-intellektualnogo-videonablyudeniya-robota-tral-patrul-5-2/> (дата обращения: 01.03.2023).

В видеопотоке для ONVIF CMS лицо детектируемого человека выделяется синей рамкой, а фигура человека — красной. Фото лица и фигуры человека отправляется в Security Robot Messenger вместе со ссылкой на фрагмент видео. Интеллектуальная система видеонаблюдения сопровождает человека заданный интервал времени, по истечении которого круговое сканирование продолжается.

Детекция и распознавание объектов на большом расстоянии посредством автоматически управляемой PTZ-камеры и непрерывный анализ круговой панорамы делает «Трал Патруль 5.2» незаменимым для роботизированного патрулирования территорий больших размеров. Типовое использование робота подразумевает его остановку в позиции, оптимальной для наблюдения за большим участком охраняемой территории, и видеонаблюдение за ним посредством вращения PTZ-камерой. Смена позиций наблюдения роботом целесообразна после нескольких десятков оборотов PTZ-камерой, т. е. через каждые 10–15 мин.

Внешний вид и габариты робота «Трал Патруль 5.2» представлены на рисунке 5.285^{1,2,3}.

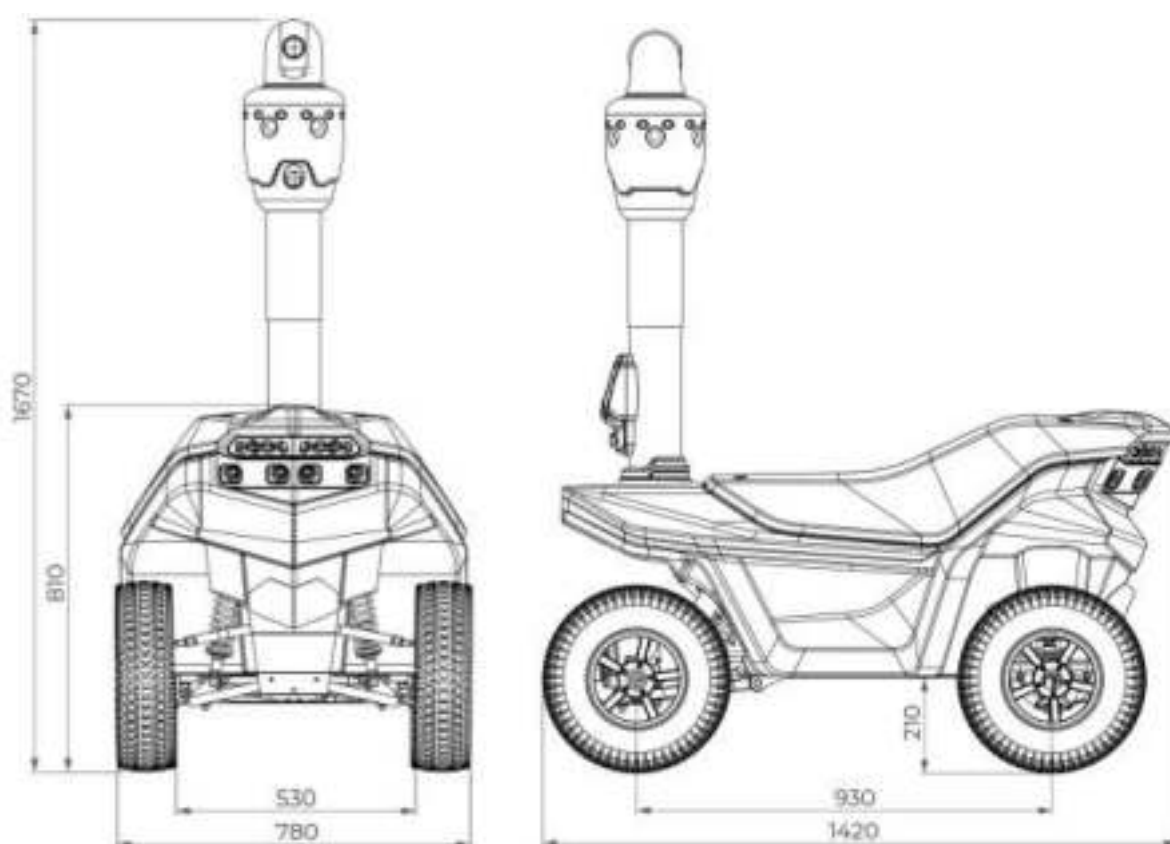


Рис. 5.285. Внешний вид и габариты робота «Трал Патруль 5.2»

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Роботикс». URL: https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patrul_5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

Основные технические характеристики робота «Трал Патруль 5.2» приведены в таблице 5.75^{1,2,3}.

Таблица 5.75

Основные технические характеристики робота «Трал Патруль 5.2»

Характеристики	Значение/Особенности
Запас хода при +5°C	24 км
Точность остановки в позициях наблюдения	0.8 м
Минимальная освещенность	6 люкс
Типовая скорость движения	4–6 км/ч
Минимальная ширина пути движения	0.9 м
Радиус разворота	5 м
Привод	Задний, с дифференциалом
Мотор привода	Коллекторный, 24 В, 500 Вт
Тормоз	Электромагнитный
Аккумуляторные батареи	2×12,6 В 120 А/ч
Зарядное устройство	АС/DC 220В/48В 600Вт
Время зарядки	6 ч
Корпус	Стеклопластик
Рама	Сплав алюминия, покрытие анокс твердый
Стандартные цвета окраски	Оранжевый, синий, белый
Шины	145/75 R8
Вес	136 кг
Диапазон рабочих температур	-20...+45°C

Робот тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3»⁴

Робот тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3» (рис. 5.286) предназначен для ведения интеллектуального тепловизионного наблюдения во время автономного патрулирования охраняемой территории по запрограммированному маршруту без участия человека.

Робот «Трал Патруль 5.3» обеспечивает выполнение следующих задач⁵:

- автономное движение по запрограммированному маршруту;
- патрулирование территории группой роботов;
- передачу ONVIF видео и тревожных событий через 4G или WIFI;
- видеонаблюдение и оповещение через SMS или смартфон;
- звуковое оповещение и IP-интерком с оператором;
- автоматическая зарядка.

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://securityrobot.ru/produkcija/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании «СМП Роботикс». URL: https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/178/tral_patrul_5_2019.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://securityrobot.ru/produkcija/teplovizor-robot-ohrannik/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Там же.



Рис. 5.286. Робот тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3»

В состав системы видеонаблюдения робота «Трал Патруль 5.3» входят мультиспектральная PTZ-камера с 2 сенсорами, теплового и видимого излучения, и 6 камер кругового панорамного видеонаблюдения, которые позволяют непрерывно осматривать территорию на небольшом удалении от робота. Использование камер кругового видеонаблюдения позволяет исключить незаметное приближение человека к роботу со стороны, не просматриваемой PTZ-камерой.

Находясь в позиции наблюдения, робот «Трал Патруль 5.3» осматривает пространство вокруг себя посредством непрерывного кругового вращения PTZ-камеры вокруг своей оси. В случае обнаружения людей, машин или иных тепловых аномалий, мультиспектральная PTZ-камера переходит в режим трекинга обнаруженного объекта. Оптическое зуммирование изображения PTZ-камерой дает возможность получить высокую детализацию при небольшом трафике, что позволяет надежно передавать видео по беспроводным каналам связи.

Пример обнаружения нарушителя тепловизионным каналом мультиспектральной PTZ-камеры показан на рисунке 5.287.



Рис. 5.287. Пример обнаружения нарушителя тепловизионным каналом мультиспектральной PTZ-камеры

Параллельно, при условии достаточной освещенности, программа обработки изображения от сенсора видимого спектра осуществляет поиск и детектирование человека, а также выделение его лица. При недостаточной освещенности трекинг осуществляется по изображению с тепловизора.

Обработка видеопотоков от тепловизионного канала и дневного видеоканала мультиспектральной PTZ-камеры осуществляется системой бортовой видеоаналитики на основе встроенного компьютера. Благодаря использованию тепловизионного канала в двухспектральной PTZ-камере система видеоаналитики робота «Трал Патруль 5.3» способна детектировать присутствие людей и машин на дистанциях от нескольких сотен метров до километра даже в условия полного отсутствия освещенности.

Видеоаналитика панорамных камер робота «Трал Патруль 5.3» способна детектировать человека, находящегося вблизи робота, и его лицо. Автоматическое распознавание человека производится с использованием облачных технологий. Функция распознавания лиц позволяет уменьшить количество тревожных событий, передаваемых оператору, и обеспечить контроль работы персонала во время патрулирования.

Система видеонаблюдения робота «Трал Патруль 5.3» может быть интегрирована в стационарную систему видеонаблюдения. Пример интеграции двухспектральной системы наблюдения робота «Трал Патруль 5.3» в ONVIF CMS представлен на рисунке 5.288.

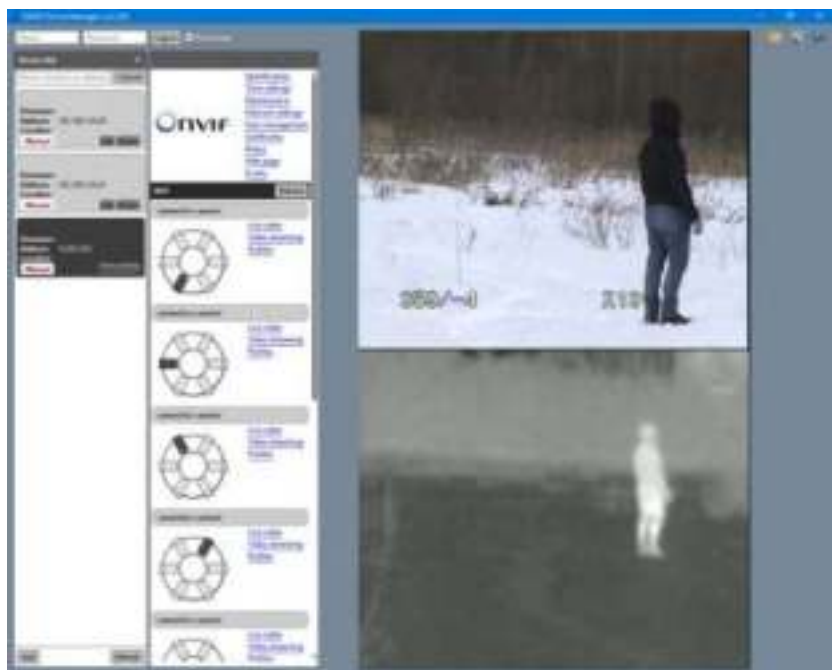


Рис. 5.288. Пример интеграции двухспектральной системы наблюдения робота «Трал Патруль 5.3» в ONVIF CMS

Благодаря этому оператор получает возможность просматривать видео от обоих каналов PTZ и шести панорамных камер. Оператор может прервать работу автоматической системы управления PTZ-камерой и управлять ею в ручном режиме. Одновременно с видеопотоками от камер робота, оператору CMS транслируется текущее местоположение робота на карте объекта в двух масштабах. Передача карт осуществляется в видеоформате и не требует программной доработки CMS.

Надежность беспроводного канала связи, предназначенного для передачи видеопотока и сигнала тревоги в центр видеонаблюдения, является решающим фактором успешного использования робота «Трал Патруль 5.3». Для повышения устойчивости беспроводного канала связи, робот «Трал Патруль 5.3» оснащен всенаправленной высокоэффективной антенной, расположенной на вершине мачты робота. Эффективная антенна позволяет организо-

вать MESH WIFI-обмен данными между роботами или устойчивое широкополосное соединение по каналу передачи данных сотовой сети 4G.

Внешний вид и габариты робота «Трал Патруль 5.3» приведены на рисунках 5.289, 5.290.

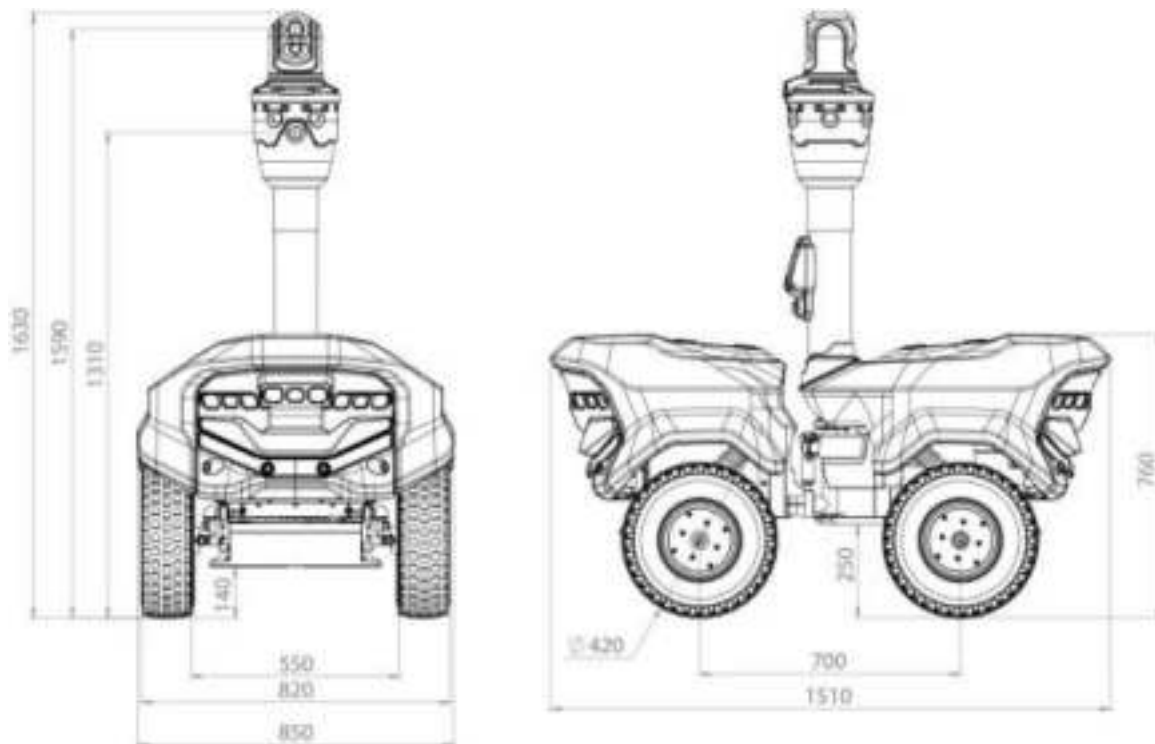


Рис. 5.289. Внешний вид и габариты робота «Трал Патруль 5.3»

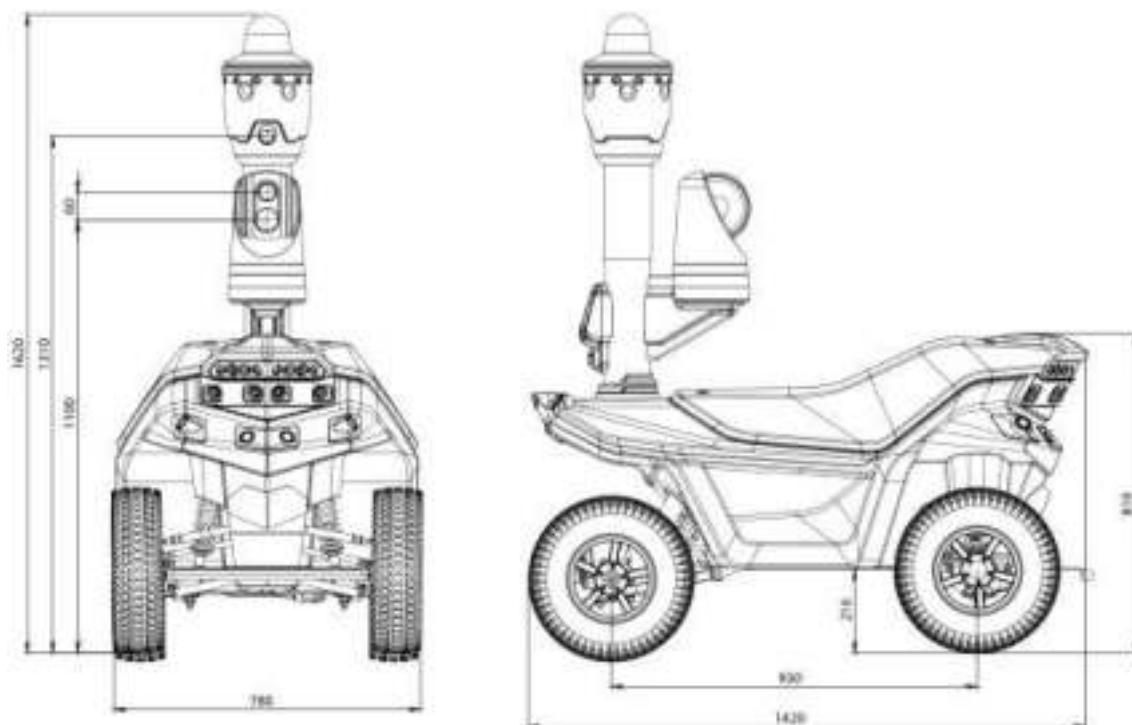


Рис. 5.290. Внешний вид и габариты робота «Трал Патруль 5.3»

Основные технические характеристики робота тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3» аналогичны характеристикам робота «Трал Патруль 5.2». Сравнительные

технические характеристики двух моделей робота тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3 IS» и «Трал Патруль 5.3 IP» приведены в таблице 5.76¹.

Таблица 5.76

Сравнительные технические характеристики двух моделей робота тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3 IS» и «Трал Патруль 5.3 IP»

Маркировка в серии	«Трал Патруль 5.3 IS»	«Трал Патруль 5.3 IP»
Камеры видимого спектра		
Разрешение панорамных камер	1 280x720	
Тип панорамных камер	AHD IP	
Чувствительность панорамных камер	0.005 lx	0.004 lx
PTZ камера, zoom	1/4" SONY EX-View HAD CCD Optical: 36X / Digital: 12X	
Разрешение PTZ камеры	PAL: 752(H) x 582(V)	
Чувствительность PTZ камеры	Color:1.4lux; B/W: 0.01lux	
Камера инфракрасного диапазона		
Разрешение	384x288	
Фокусное расстояние	19 мм	
Угол обзора	19.5x14.7°	
Дальность обнаружения	Движ. объект — 2 570 м, человек — 550 м	
Дальность распознавания	Движ. объект — 640 м, человек — 130 м	
Камеры, детектирующие объекты	PTZ и панорамные	PTZ
Встроенный компьютер видеоаналитики	2 шт Т9	Т9
Битрейт и объем от панорамных камер	6x2 048 Кб/сек или 4 096 Кб/с 6x0.9 Гб или 1.8 Гб/ч	6x2 048 Кб/с
Битрейт и объем от PTZ-камер	Видимого 196 Кб/с, 0.07 Гб/ч; Инфракрасного 125 Кб/с, 0.045 Гб/ч	
Расчётное время работы	10 ч	11 ч
Сектор обзора PTZ-камерой	340°	
Типовое время сканирования сектора PTZ-камерой	100 с	

Подводные и надводные роботизированные комплексы

Подводные роботизированные комплексы

Современные подводные роботизированные комплексы способны не только решать широкий круг задач, среди которых можно выделить подводно-технические, поисковые, осмотровые, аварийно-спасательные и другие виды работ на глубине, но и успешно противостоять террористическим угрозам.

Подводный роботизированный комплекс может использоваться для наблюдения за подводной акваторией, прилегающей к охраняемому объекту, поиска в ней нарушителей или потенциально опасных объектов, а также для обеспечения мероприятий по пресечению по-

¹ Сайт компании «СМП Сервис». URL: <https://securityrobot.ru/produkcija/teplovizor-robot-ohrannik/> (дата обращения: 01.03.2023).

пытках скрытого проникновения на охраняемый объект. При этом использование стационарных датчиков слежения, установленных по периметру акватории, позволит исключить постоянное нахождение роботизированного комплекса под водой.

Залогом успешного выполнения задач, стоящих перед подводным роботом, является многофункциональный комплекс бортового и берегового оборудования, построенный на основе современных технических средств. В состав комплекса бортового оборудования могут входить видеокамеры высокого разрешения, гидролокатор кругового обзора, гидроакустическая система позиционирования, одно— или многостепенный манипулятор, а также звуковизор (многолучевой гидролокатор).

Именно звуковизор, излучающий и принимающий отраженные сигналы на определенной частоте, позволяет определить в любых условиях, что находится под водой на расстоянии от 50 до 300 м, тогда как обычная видеокамера обеспечивает видимость от нескольких метров до нескольких десятков метров в зависимости от прозрачности воды.

В качестве примера современного подводного роботизированного комплекса, испытанного на практике, можно привести телеуправляемый необитаемый подводный аппарат легкого класса «Марлин-350». В октябре 2016 г. специалисты Российского географического общества опустили «Марлин» в озере Церик-Кель на глубину 279 м. В мае 2017 г. «Марлин» обследовал затонувший в Черном море в годы Первой мировой войны минный заградитель «Прут», а в декабре 2016 г. «Марлин-350» был задействован в поисковых работах после крушения самолета Ту-154 под Сочи¹.

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат «Марлин-350»^{2,3,4}

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА) легкого класса «Марлин-350» (рис. 5.291, 5.292) предназначен для проведения допоиска подводных объектов и выполнения подводно-технических, поисковых, осмотровых и аварийно-спасательных работ в прибрежных или внутренних водах на глубинах до 350 м.



Рис. 5.291. ТНПА «Марлин-350»

¹ Сайт производителя группы компаний «Тетис». URL:<https://tetis-group.ru/news/10642/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Тетис Про». URL:<https://www.tetis-pro.ru/catalog/teleupravlyaemyy-neobitaemyy-podvodnyy-apparat-marlin-350/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1130/84346/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт RoboTrends. URL:<https://robotrends.ru/robopedia/marlin-350> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.292. ТНПА «Марлин-350»

ТНПА «Марлин-350» может использоваться для наблюдения за охраняемой территорией, поиска и обнаружения объектов (нарушителей) на подконтрольной территории и выполнения иных профессиональных операций, связанных с пресечением попыток незаметного проникновения на охраняемый объект. Кроме того «Марлин-350» может применяться при осмотре трубопроводов и кабельных линий, подледных работах, научных исследованиях, на нефтяных и газовых промыслах, а также для установки гидротехнических маркеров и подъема предметов, захваченных манипулятором.

К основным функциональным особенностям ТНПА «Марлин-350» могут быть отнесены¹:

- высокая маневренность и устойчивость на курсе;
- оптимальные массогабаритные характеристики;
- мобильность, минимальное время разворачивания и простота в обращении;
- высокая надежность и простота в обслуживании благодаря использованию магнитных муфт в двигателях;
- возможность расширения системы и установки дополнительного оборудования.

ТНПА «Марлин-350» оборудован четырьмя горизонтальными и двумя вертикальными двигателями. Каждый двигатель снабжен магнитной муфтой, позволяющей передавать вращение с вала двигателя на гребной винт, минуя сальниковое уплотнение. Использование магнитных муфт позволяет существенно повысить надежность и простоту обслуживания ТНПА. Четыре горизонтальных двигателя расположены по векторной схеме, являющейся оптимальной для маневрирования аппаратом при проведении поисковых и исследовательских работ.

Построение системы управления на основе оригинального технического решения с применением современной элементной базы позволило обеспечить высокую точность и скорость отработки двигателями сигналов управления. Для связи подводного аппарата и надводного модуля применяется тонкий, гибкий оптоэлектрический кабель с низким сопротивлением движению и близкой к нулевой плавучестью.

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат «Марлин-350» обеспечивает²:

¹ Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1130/84346/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Тетис Про». URL: <https://www.tetis-pro.ru/catalog/teleupravlyaemyy-neobitaemyy-podvodnyy-apparat-marlin-350/> (дата обращения: 01.03.2023).

- обнаружение подводных объектов с помощью гидролокатора кругового обзора;
- обследование подводных объектов с помощью цветной видеокамеры;
- документирование информации с видеокамер и гидролокатора;
- проведение подводно-технических работ с помощью манипулятора;
- работу в необорудованных зонах побережья и с причальных стенок;
- работу с кораблей, катеров, судов, неспециализированных самоходных и несамоходных морских носителей, находящихся в дрейфе или на стопе.

В состав оборудования телеуправляемого необитаемого подводного аппарата «Марлин-350» в базовой комплектации входят^{1,2,3}:

1. Подводный аппарат (рис. 5.293, 5.294) со следующими конструктивными элементами:

- полипропиленовая рама;
- полимерная плавучесть;
- блок коммутации и управления;
- двигатели — четыре горизонтальных, два вертикальных;
- привод наклонной платформы;
- две цветные видеокамеры;
- два светильника;
- навигационный блок в составе датчиков глубины и ориентации ТНПА;
- гидролокатор кругового обзора в составе ТНПА;
- манипулятор типа «схват»;
- дополнительное оборудование (по заданию заказчика).



Рис. 5.293. ТНПА «Марлин-350» перед погружением

¹ Там же.

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1130/84346/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт RoboTrends. URL:<https://robotrends.ru/robopedia/marlin-350> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.294. ТНПА «Марлин-350» в подводном положении

2. Надводный модуль (пост управления ТНПА), оборудованный:

- стандартной рэк-стойкой 13U;
- тремя мониторами для отображения видео и гидроакустической информации;
- блоком питания ТНПА;
- блоком цифровой регистрации;
- встроенным компьютером;
- пультом ручного управления;
- блоком контроля изоляции питания ТНПА.

Пост управления принимает видео и телеметрию от подводного аппарата. Данные телеметрии о курсе и глубине накладываются на видеозображение на экране системного монитора. Надводный модуль ТНПА «Марлин-350» с тремя мониторами для отображения видео и гидроакустической информации, а также пультом ручного управления показан на рисунках 5.295, 5.296.



Рис. 5.295. Надводный модуль и ТНПА «Марлин-350»



Рис. 5.296. Надводный модуль ТНПА «Марлин-350»

3. Ручная кабельная лебедка, оснащенная следующими узлами:

- рама из алюминия и композитов;
- влагозащищенные корпуса для оборудования;
- оптоэлектрический двухжильный кабель длиной 450 м;
- оптоэлектрический вращающийся переход;
- рукоятка привода барабана;
- рукоятка торможения и фиксации барабана.

4. Грузовой захват с зацепным устройством, которое устанавливается на ТНПА, и фалом для управления замками захватного устройства. Грузовой захват предназначен для проведения спуско-подъемных операций с ТНПА при невозможности осуществить остропку вручную.

5. Комплект соединительных кабелей.

6. Комплект эксплуатационной документации.

7. Комплект ЗИП.

Система передачи данных ТНПА «Марлин-350» позволяет подключать множество дополнительных датчиков и специального оборудования для подводных работ и поиска.

В оснащение ТНПА «Марлин-350» может входить следующее дополнительное оборудование^{1,2,3}:

- цифровая камера высокого разрешения Full HD;
- многолучевой гидролокатор (звуковизор);
- альтиметр;
- гидролокатор кругового обзора;
- гидроакустическая система позиционирования, которая позволяет определять текущее положение подводного аппарата и целей относительно судна-носителя и получать отображение данных в абсолютных географических координатах;
- 5-степенной манипулятор;
- другое оборудование и датчики с интерфейсами: Ethernet 60 Мбит — 1 шт., RS232 — 3 шт. и RS485 — 1 шт.

¹ Сайт производителя АО «Тетис Про». URL:<https://www.tetis-pro.ru/catalog/teleupravlyaemyy-neobitaemyy-podvodnyy-apparat-marlin-350/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1130/84346/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт RoboTrends. URL:<https://robotrends.ru/robopedia/marlin-350> (дата обращения: 01.03.2023).

Технические характеристики ТНПА «Марлин-350» представлены в таблице 5.77^{1,2,3}.

Таблица 5.77

**Технические характеристики телеуправляемого
необитаемого подводного аппарата «Марлин-350»**

Характеристика	Значение/Особенности
Максимальная глубина выполнения работ	350 м
Оборудование	
Видеокамера	Цветные — 2 шт.
Светодиодные светильники	2 шт.
Автопилот	1° по курсу и глубине
Манипулятор	Одностепенной типа «схват»
Гидроакустическая навигационная система	1° Applied Accoustics Alpha
Скорость хода: — в горизонтальном направлении — в лаговом и вертикальном направлениях	1 м/с 0,5 м/с
Точность автоматической стабилизации: — по курсу — по глубине	±5° ±0,5 м
Характеристики гидролокатора кругового обзора: — сектор сканирования — частота работы — дальность действия	360° 900 КГц до 60 м
Электропитание: — напряжение питания — потребляемая мощность	220 В 3 кВт
Масса: — надводный блок управления — ручная кабельная лебедка — подводный аппарат ТНПА	85 кг 80 кг 60 кг
Габаритные размеры, ДхШхВ: — надводный блок управления — ручная кабельная лебедка — подводный аппарат ТНПА	540х620х760 мм 900х700х750 мм 980х590х450 мм
Длина оптоэлектрического кабеля	450 м
Диаметр оптоэлектрического кабеля	11 мм
Прочность кабеля на разрыв	До 900 кг
Длина кабеля палубного	10 м
Условия работы подводного аппарата ТНПА: — температура окружающего воздуха — температура воды — скорость течения — волнение моря — время подготовки к работе — время непрерывной работы	от -20 до +35°C; от -4 до +40°C; до 0,5 м/с; до 2 баллов; 25 мин; 24 ч

¹ Сайт производителя АО «Тетис Про». URL: <https://www.tetis-pro.ru/catalog/teleupravlyaemyy-neobitaemyy-podvodnyy-apparat-marlin-350/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1130/84346/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт RoboTrends. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/marlin-350> (дата обращения: 01.03.2023).

Надводные роботизированные комплексы

Надводные роботизированные комплексы, наряду с подводными беспилотными платформами, могут использоваться для решения широкого круга задач в интересах органов внутренних дел. Особенно актуальным является применение надводных роботизированных систем для проведения поисково-спасательных операций, патрулирования и мониторинга надводной акватории, а также для борьбы с надводными и подводными террористическими угрозами.

Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330»^{1,2,3}.

Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330» (рис. 5.297, 5.298) является совместной разработкой концерна «Гранит-Электрон», НПК «Морсвязьавтоматика» и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.



Рис. 5.297. Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330»

¹ Грищенко Н. Сверхскоростной надводный беспилотник представили на «Армии-2020» // Российская газета. 2020. 26 августа. Специальный проект «Русское оружие». URL:<https://rg.ru/2020/08/26/sverhskorostnoj-nadvodnyj-bespilotnik-predstavili-na-armii-2020.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Канал «Судострой». URL:<https://dzen.ru/media/tgd/morskie-bespilotniki-nabiraiut-skorost-kiberboat-razgoniaetsia-do-60-uzlov-60e9c59b2fdcb104b1ca66fe> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Сделано у нас». URL:<https://sdelanounas.ru/blogs/135181/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.298. Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330»

Информации о надводном патрульном робототехническом комплексе «Кибербоат-330» крайне мало, в том числе на сайте Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Представленные ниже характеристики платформы получены на основе анализа открытых источников.

Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330» был впервые представлен на международном форуме «Армия-2020». В 2021 г. беспилотная платформа «Кибербоат-330» участвовала в X Международном военно-морском салоне. Комплекс «Кибербоат-330» был разработан Центром технологических проектов Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого для патрулирования мелководной зоны Каспийского моря и борьбы с браконьерством.

Робототехнический комплекс «Кибербоат-330» оснащен гибридной ДВС-электрической энергоустановкой, которая включает двигатель внутреннего сгорания мощностью 99 кВт и электродвигатель мощностью 25 кВт. Силовая установка обеспечивает работу в двух режимах. Максимальная скорость, развиваемая с помощью водомётного движителя (рис. 5.299) при работе от двухтактного двигателя внутреннего сгорания, может достигать 60 узлов. Запас хода при этом составляет до 100 миль. Электродвигатель обеспечивает запас хода до 140 ч и дальность до 400 миль. Суммарная дальность хода комплекса «Кибербоат-330» в гибридном режиме составляет, таким образом, порядка 500 миль. Аккумуляторы заряжаются во время использования двигателя внутреннего сгорания. В зависимости от ёмкости аккумуляторов запас топлива составляет 50–200 л.



Рис. 5.299. Водометный движитель комплекса «Кибербоат-330»

Корпус робототехнического комплекса «Кибербоат-330» выполнен из алюминиевого композита со сверхвысокомолекулярным полиэтиленом. Водометный движитель и износостойкое покрытие корпуса позволяют робототехническому комплексу на скорости и без повреждения проходить мелководные участки.

Робототехнический комплекс «Кибербоат-330» останется на плаву даже в случае стрельбы по нему благодаря принципу разделённости модулей и расположенным вдоль бортов баллонам из вспененного полиэтилена, обшитым материалом на основе кевлара. Для возврата на ровный киль при сильном волнении предусмотрена система аварийного контропрокидывания.

Модуль полезной нагрузки беспилотной надводной платформы «Кибербоат-330», расположенный в носовой части, представлен на рисунке 5.300.



Рис. 5.300. Модуль полезной нагрузки в носовой части «Кибербоат-330»

В состав модуля полезной нагрузки (рис. 5.300), расположенного в носовой части беспилотной платформы «Кибербоат-330», входят^{1,2,3}:

- система технического зрения, разработанная специалистами Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого;
- система расхождения с препятствиями;
- система поддержки курса;
- солнечные батареи;
- радиолокационная станция;
- эхолот;
- тепловизор;
- видеокамеры;
- система спутниковой связи;
- боевой модуль;
- другие детекторы и технические средства.

Благодаря небольшому весу и малым габаритам робототехнический комплекс «Кибербоат-330» может перевозиться на прицепе. Оператор может управлять робототехническим комплексом с мобильного устройства (ноутбук, планшет или телефон) с рабочего места, которое можно разместить в кузове микроавтобуса. Дальность видеосвязи комплекса составляет 40 км, а телеметрия, запитанная от солнечных батарей, не ограничена.

Использование элементов искусственного интеллекта позволяет робототехническому комплексу «Кибербоат-330» функционировать как под управлением оператора, так и полностью в автономном режиме. Кроме того нейросетевые алгоритмы искусственного интеллекта позволяют реализовать систему поддержки принятия решения, так как способны самостоятельно выявлять браконьеров на основании определённых признаков.

Управление робототехническим комплексом «Кибербоат-330» в автономном режиме сводится к постановке задачи, выполнение которой оператор отслеживает по телеметрии и другим показателям.

Основные тактико-технические характеристики надводного патрульного робототехнического комплекса «Кибербоат-330» представлены в таблице 5.78^{4,5,6}.

Таблица 5.78

Тактико-технические характеристики надводного патрульного робототехнического комплекса «Кибербоат-330»

Характеристика	Значение/Особенности
Максимальная скорость	до 60 узлов (до 111 км/ч)
Длина корпуса	3,3 м
Ширина	1,92 м
Высота	1,58 м
Водоизмещение	0,55 т
Осадка	0,34 м
Снаряженная масса	390 кг
Силовая установка	Гибридная ДВС-электрическая
Масса полезной нагрузки	До 160 кг

¹ Грищенко Н. Сверхскоростной надводный беспилотник представили на «Армии-2020». Там же.

² Канал «Судострой». URL: <https://dzen.ru/media/tgd/morskie-besplotniki-nabiraiut-skorost-kiberboat-razgoniaetsia-do-60-uzlov-60e9c59b2fdcb104b1ca66fe> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт «Сделано у нас». URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/135181/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Грищенко Н. Сверхскоростной надводный беспилотник представили на «Армии-2020». Там же.

⁵ Канал «Судострой». URL: <https://dzen.ru/media/tgd/morskie-besplotniki-nabiraiut-skorost-kiberboat-razgoniaetsia-do-60-uzlov-60e9c59b2fdcb104b1ca66fe> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт «Сделано у нас». URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/135181/> (дата обращения: 01.03.2023).

Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330» является одним из представителей линейки беспилотных надводных платформ, созданных в Центре технологических проектов при Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого. В стадии проекта находятся две старшие версии комплекса «Кибербоат-330» – восьмиметровая модель «Кибербоат-800» с грузоподъемностью около 600 кг груза, и одиннадцатиметровая модель «Кибербоат-1100» с грузоподъемностью до 2 000 кг.

Воздушные роботизированные комплексы (беспилотные летательные аппараты и дирижабли)

Дистанционно управляемые и автономные роботизированные комплексы успешно применяются не только на земле, на водной поверхности и под водой, но и в воздухе. Самыми известными воздушными роботизированными комплексами безусловно являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), выполненные по самолетной, вертолетной, квадрокоптерной и другим схемам.

К достоинствам БПЛА самолетного типа можно отнести относительно высокую скорость, позволяющую вести мониторинг большой по площади территории, грузоподъемность, а также широкий выбор модулей полезной нагрузки. Тем не менее, для запуска БПЛА с самолетной аэродинамической схемой необходима оборудованная взлетная полоса, аналогичная аэродромной, и соответствующая инфраструктура. БПЛА вертолетного типа и квадрокоптеры лишены данного недостатка, так как могут взлетать с любых, в том числе необорудованных, площадок. Кроме того, БПЛА вертолетного типа и квадрокоптеры могут использоваться в составе наземных подвижных и стационарных роботизированных комплексов, предоставляющих посадочную площадку и питание. Данные комплексы, являющиеся примером синергии двух роботизированных комплексов, будут подробно рассмотрены ниже.

Беспилотные летательные аппараты тяжелее воздуха на практике доказали свою эффективность и по праву занимают важное место среди технических средств, использующихся в различных сферах деятельности человека. Тем не менее, конструктивные особенности беспилотных летательных аппаратов, построенных по вертолетной и самолетной схемам, накладывают определенные ограничения на применение данных аппаратов. Важнейшими тактико-техническими характеристиками БПЛА тяжелее воздуха, отражающими пределы возможности, присущие данным аппаратам, являются ограниченное время нахождения в воздухе и грузоподъемность.

Возможности существующих воздушных роботизированных комплексов тяжелее воздуха могут быть существенно расширены за счёт применения воздухоплавательных летательных аппаратов (ВПЛА). Ниже будут рассмотрены принципы построения, варианты оснащения разработанными и существующими модулями полезной нагрузки, а также предложения по применению перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легче воздуха в органах внутренних дел Российской Федерации¹.

Комплекс воздушной разведки с беспилотным летательным аппаратом большой продолжительности полета «Орион-Э»²

Беспилотный летательный аппарат «Орион-Э» большой продолжительности полета (рис. 5.301) является единственным отечественным беспилотным летательным аппаратом класса MALE (Medium Altitude Long Endurance — средневысотный, большой продолжительности полета) и подходит для выполнения различных задач как военного, так и гражданского назначения.

¹ Грачёв Ю. А., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легче воздуха в органах внутренних дел // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 2. С. 52–65.

² Сайт производителя компании Кронштадт. URL: <https://kronshtadt.ru/products/bespilotnyj-kompleks-orion> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.301. Беспилотный летательный аппарат «Орион-Э»

БПЛА «Орион-Э» предназначен для решения следующих задач¹:

- воздушная разведка и патрулирование;
- радиолокационная разведка;
- радио— и радиотехническая разведка;
- целеуказание;
- оценка результатов нанесения ударов;
- топографическая разведка местности;
- определение координат наземных и надводных объектов.

В производстве комплекса «Орион» применяются уникальные передовые технологии и современные автоматизированные средства объективного контроля качества. К основным функциональным особенностям беспилотного летательного аппарата «Орион-Э» относятся²:

- планер практически полностью изготовлен из углеволокна, включая силовой набор конструкции;
- впечатляющая аэродинамика планера позволяет достигать уникальных показателей по дальности и продолжительности полетов;
- выдающиеся характеристики по устойчивости и управляемости «Ориона» делают возможным его полеты при любых погодных условиях;
- впервые внедренная энергоэффективная электроимпульсная противообледенительная система позволяет БПЛА выполнять поставленные задачи даже в самых суровых погодных условиях;
- экономичный двигатель, позволяющий «Орион-Э» находиться в режиме полета до 24 ч;
- БПЛА оборудован системами наблюдения и получения необходимой информации в режиме реального времени;
- автономная радиолокационная система определения координат позволяет производить взлет и посадку аппарата в условиях отсутствия спутниковой навигации или подавления сигналов;
- все этапы полета, включая руление, взлет и посадку БПЛА, осуществляются автоматически по заранее утвержденной программе полета;
- низкая акустическая заметность аппарата позволяет вести бесшумное наблюдение;

¹ Там же.

² Там же.

— информация о работе систем БПЛА и данные, получаемые от целевых нагрузок, отображаются на автоматизированных рабочих местах операторов;

— автономный и мобильный комплекс способен в минимальные сроки перебазироваться даже в самые удаленные районы.

В состав целевой нагрузки БПЛА «Орион» могут входить¹:

1. Многофункциональная оптико-электронная система с ТВ и ИК-каналами (рис. 5.302, 5.303) для обнаружения наземных целей в видимом и инфракрасном диапазонах. Кроме того, оптико-электронный модуль обеспечивает измерение дальности до цели и подсветку цели лазерным целеуказателем.



Рис. 5.302. Многофункциональная оптико-электронная система БПЛА «Орион-Э»



Рис. 5.303. Многофункциональная оптико-электронная система на борту БПЛА «Орион-Э»

¹ Там же.

2. Аппаратура радио- и радиотехнической разведки для пеленгации и определения местоположения источников сигналов радиосвязи и радиотехнических средств.

3. Многофункциональная радиолокационная станция, сочетающая функции картографирования поверхности земли в радиолокационном диапазоне и обнаружения стационарных и подвижных объектов.

4. Цифровая аэрофотографическая система высокого разрешения, предназначенная для ведения аэрофотосъемки подстилающей поверхности земли с высоким разрешением, аэрофотосъемки и хранения фотоснимков. Внешний вид цифровой аэрофотографической системы высокого разрешения представлен на рисунке 5.304.



Рис. 5.304. Внешний вид цифровой аэрофотографической системы высокого разрешения

Тактико-технические характеристики беспилотного летательного аппарата «Орион-Э» приведены в таблице 5.79¹.

Таблица 5.79

Тактико-технические характеристики беспилотного летательного аппарата «Орион-Э»

Характеристика	Значение
Размах крыла	16 м
Высота	3,2 м
Длина	8 м
Максимальная взлетная масса	1 000 кг
Нормальная/максимальная целевой (полезной/боевой) нагрузки	60/200 кг
Крейсерская скорость	120–200 км/ч
Продолжительность полета (с 60 кг полезной нагрузки)	24 ч
Высота полета максимальная	7 500 м
Радиус применения (с БПЛА-ретранслятором)	250 (300) км

¹ Там же.

Элементы наземной составляющей комплекса воздушной разведки с беспилотным летательным аппаратом большой продолжительности полета «Орион-Э» показаны на рисунке 5.305.



Рис. 5.305. Элементы наземной составляющей комплекса воздушной разведки «Орион-Э»

К наземным компонентам комплекса воздушной разведки с беспилотным летательным аппаратом большой продолжительности полета «Орион-Э» относятся¹:

1. Пункт управления и обработки информации, предназначенный для обеспечения планирования полета, управления БПЛА и полезными нагрузками, обработки данных и формирования отчетных документов, а также для обучения и тренировки персонала.
2. Модуль управления взлетом и посадкой, основной задачей которого является обеспечение управления полетом БПЛА на этапах взлета и посадки.
3. Радиомодуль, обеспечивающий передачу команд управления на БПЛА и передачу телеметрической информации и данных полезных нагрузок.
4. Модуль технического обеспечения, обеспечивающий выполнение наземных операций с БПЛА, проведение диагностики систем комплекса и технического обслуживания.

Кроме того, важнейшей составляющей комплекса воздушной разведки с беспилотным летательным аппаратом большой продолжительности полета «Орион-Э» является специальное программное обеспечение. Экосистема специального программного обеспечения обработки информации комплекса «Орион-Э» имеет следующие особенности²:

- наличие встроенной 3D-географической информационной системы;
- возможность сшивки и геопривязки видовых данных в темпе поступления;
- автоматическое восстановление рельефа и очертаний объектов;
- совместимость с международными форматами цифровых карт и геопространственных данных;
- обеспечение визуализации в режиме дополненной реальности;
- поддержка цифровых символов;
- интуитивно понятные интерфейсы пользователя;
- формирование отчетов и донесений.

¹ Там же.

² Там же

Ударно-разведывательный беспилотный летательный аппарат «Сириус»^{1,2}

Дальнейшим развитием БПЛА «Орион» является проект российского ударного беспилотного летательного аппарата «Сириус» (рис. 5.306) также разрабатываемый компанией «Кронштадт».



Рис. 5.306. Ударно-разведывательный беспилотный летательный аппарат «Сириус»

Беспилотный летательный аппарат «Сириус» (ОКР — «Иноходец-РУ») оснащен двумя турбовинтовыми двигателями, имеет увеличенную до 2,5 т взлетную массу, максимальную массу полезной нагрузки 450 кг и дальность действия до 3 тыс. км. Крейсерская скорость ударно-разведывательного беспилотного летательного аппарата «Сириус» составляет 180 км/ч при потолке в 7 000 м.

Серийные поставки новых российских ударных дронов «Сириус» в войска начнутся в 2023 г. Для производства беспилотников «Сириус» в подмосковной Дубне построен первый специализированный завод по производству крупноразмерных БПЛА.

Беспилотный летательный комплекс безаэродромного базирования ZALA 421-16E5G HD³

Беспилотный летательный комплекс безаэродромного базирования ZALA 421-16E5G HD (рис. 5.307) предназначен для ведения воздушной разведки.



Рис. 5.307. Беспилотный летательный аппарат ZALA 421-16E5G HD

¹ РИА Новости. Серийные поставки ударных дронов «Сириус» в войска начнутся в 2023 году. URL:<https://ria.ru/20220127/drony-1769872189.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Википедии. URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Сириус_\(БПЛА\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сириус_(БПЛА)) (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании ZALA AERO GROUP. URL:<https://zala-aero.com/production/bvs/zala-421-16e5g-hd/>. (дата обращения: 01.03.2023).

БПЛА ZALA 421-16E5G HD оснащен гибридной силовой установкой, которая позволяет обеспечить продолжительность полета не менее 12 ч. При этом максимальная масса целевой нагрузки составляет единицы килограмм (3,5+ кг) при максимальной взлетной массе, равной 49,5 кг.

Беспилотный летательный аппарат ZALA 421-16E5G HD может быть оснащен широкой гаммой целевых нагрузок. Среди важнейших модулей полезной нагрузки комплекса ZALA 421-16E5G HD можно выделить¹:

1. HD Тепловизор с обзорной видеокамерой и лазерным целеуказателем Z-16IRQ-V/L (рис. 5.308).



Рис. 5.308. HD Тепловизор с обзорной видеокамерой и лазерным целеуказателем Z-16IRQ-V/L

Тепловизор Z-16IRQ-V/L обладает следующими техническими характеристиками:

- цифровое увеличение 8х;
- выделение объектов;
- определение температуры;
- запись на борту с разрешением 1280х720 (HD).

Видеокамера обеспечивает запись на борту с разрешением 1920х1080 (Full HD).

2. Гиростабилизированный лазерный газоанализатор с видеокамерами для поиска утечек метана. На рисунке 5.309 представлен газоанализатор с видеокамерами Z-16GAS-M-VR.



Рис. 5.309. Газоанализатор с видеокамерами Z-16GAS-M-VR

¹ Там же.

3. Дозиметр с видеокамерами Z-16 GAMMA-VR.

Основной задачей дозиметра является детектирование рентгеновского и гамма-излучения с отображением данных на видеопотоке (рис. 5.310). Две видеокамеры (прицельная и курсовая) обеспечивают фиксацию видеоинформации с разрешениями HD и Full HD.



Рис. 5.310. Дозиметр с видеокамерами Z-16 GAMMA-VR

4. Мультиспектральная камера и фотоаппарат Z-16AGRO1-F1.



Рис. 5.311. Мультиспектральная камера и фотоаппарат Z-16AGRO1-F1

Мультиспектральная камера и фотоаппарат Z-16AGRO1-F1 (рис. 5.311) обладает следующими тактико-техническими характеристиками:

- разрешение 8 см/пиксель на высоте 120 м;
- поддерживаемые типы спектров: blue, green, red, red edge, near infrared;
- фото RGB 3.4 Мп;

— поддерживаемый формат изображения 12-bit RAW.

Фотоаппарат обеспечивает разрешение 24 Мп с матрицей APS-C и объективом 20 мм.

Комплекс контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО»¹

Комплекс контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО» (рис. 5.312) предназначен для осуществления охраны периметра объектов и территорий Минобороны, МВД и МЧС России, участков государственной границы, крупных промышленных предприятий и инфраструктурных объектов. Комплекс входит в состав комплексной системы безопасности объекта «Синергет ВК» производства российской компании «Стилсофт».



Рис. 5.312. Комплекс контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО»

К основным функциональным особенностям комплекса контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО» относятся²:

- автоматическая система контроля посадки БПЛА в стартовый контейнер;
- полностью автоматический режим патрулирования периметра с заданным интервалом времени между полетами;
- распознавание приближающегося к стартовому контейнеру БПЛА по данным телеметрии с последующим автоматическим выдвижением взлетно-посадочной площадки;
- размещение БПЛА в стартовом контейнере в ручном режиме после посадки в резервной точке;
- расширенная зона действия БПЛА;
- работа комплекса под управлением специального программного обеспечения (СПО) «Синергет»;
- взаимодействие с СПО «Синергет ВК» при работе комплекса в составе КСБО «Синергет ВК».

В состав комплекса контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО» входят следующие основные элементы³:

¹ Сайт компании «Стилсофт». URL: <https://stilsoft.ru/products/skyron-p2> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ Там же.

1. Стартовый контейнер ПС5. Стартовый контейнер ПС5 с беспилотным летательным аппаратом «Скайрон ПС» на посадочной площадке показан на рисунке 5.313.



Рис. 5.313. Стартовый контейнер ПС5 с беспилотным летательным аппаратом «Скайрон ПС» на посадочной площадке

Стартовый контейнер ПС5 представляет собой стартово-посадочную площадку, обеспечивающую полностью автономную эксплуатацию беспилотного летательного аппарата. Стартовый контейнер оснащен зарядным устройством аккумуляторных батарей, радиоканалами управления, системой поддержания микроклимата и метеостанцией. Автоматическая посадка БПЛА на площадку стартового контейнера ПС5 представлена на рисунке 5.314.



Рис. 5.314. Автоматическая посадка БПЛА «Скайрон ПС» на площадку стартового контейнера ПС5

2. Беспилотный летательный аппарат «Скайрон ПС». Беспилотный летательный аппарат «Скайрон ПС» представляет собой квадрокоптер неразборной конструкции с четырьмя

несущими винтами и сменными модулями электропитания. На БПЛА установлены электрические бесколлекторные двигатели с прямым приводом на воздушные винты.

Благодаря использованию модулей полезной нагрузки, БПЛА «Скайрон ПС» обеспечивает видеонаблюдение и тепловизионное наблюдение во время патрулирования с воздуха охраняемой территории. В состав съемной полезной нагрузки квадрокоптера «Скайрон ПС», размещаемой на быстросъемном замке в нижней части корпуса, могут входить видеокамера на гиростабилизированной платформе ПН-АБ2-ВК2-10, тепловизор на гиростабилизированной платформе ПН-АБ2-Т1 или гиростабилизированный подвес видеокамера-тепловизор ПН-АБ2-ВК5-Т1. Данные, полученные от съемных модулей нагрузки, передаются на АРМ «Оператора». Беспилотный летательный аппарат «Скайрон ПС» на посадочной площадке стартового контейнера ПС5 представлен на рисунке 5.315.



Рис. 5.315. Беспилотный летательный аппарат «Скайрон ПС» на посадочной площадке стартового контейнера ПС5

Ключевым преимуществом комплекса контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО» является возможность выполнения полета БПЛА «Скайрон ПС» по предварительно заданному маршруту в автономном режиме без участия оператора. Также автоматический вылет БПЛА может осуществляться при получении тревожного сигнала от извещателя периметра.

После выполнения полетного задания, беспилотный летательный аппарат «Скайрон ПС» из состава комплекса «Скайрон СО» совершает автоматическую посадку в стартовый контейнер ПС5. При отсутствии такой возможности, БПЛА автоматически или по команде оператора совершает посадку в резервной точке. Зарядка аккумулятора БПЛА производится в стартовом контейнере. При снижении напряжения батареи квадрокоптер выполняет автовозврат.

3. Стационарный антенный модуль с поворотным устройством «Скайрон СО», предназначенный для расширения зоны действия беспилотного летательного аппарата, обеспечения организации беспроводного канала связи между БПЛА и АРМ «Оператора», передачи видеозображения, а также для наведения антенны на БПЛА по азимуту и углу места в процессе полета.

4. Мачта STM-17150, на которой размещается антенный модуль с поворотным устройством «Скайрон СО».

5. АРМ «Оператора». АРМ «Оператора» представляет собой ЖК-монитор с закрепленным на его задней стенке компактным системным блоком с предустановленным специальным программным обеспечением «Синергет». Пользовательский интерфейс специального программного обеспечения «Синергет» с трансляцией видеоканала представлен на рисунке 5.316.

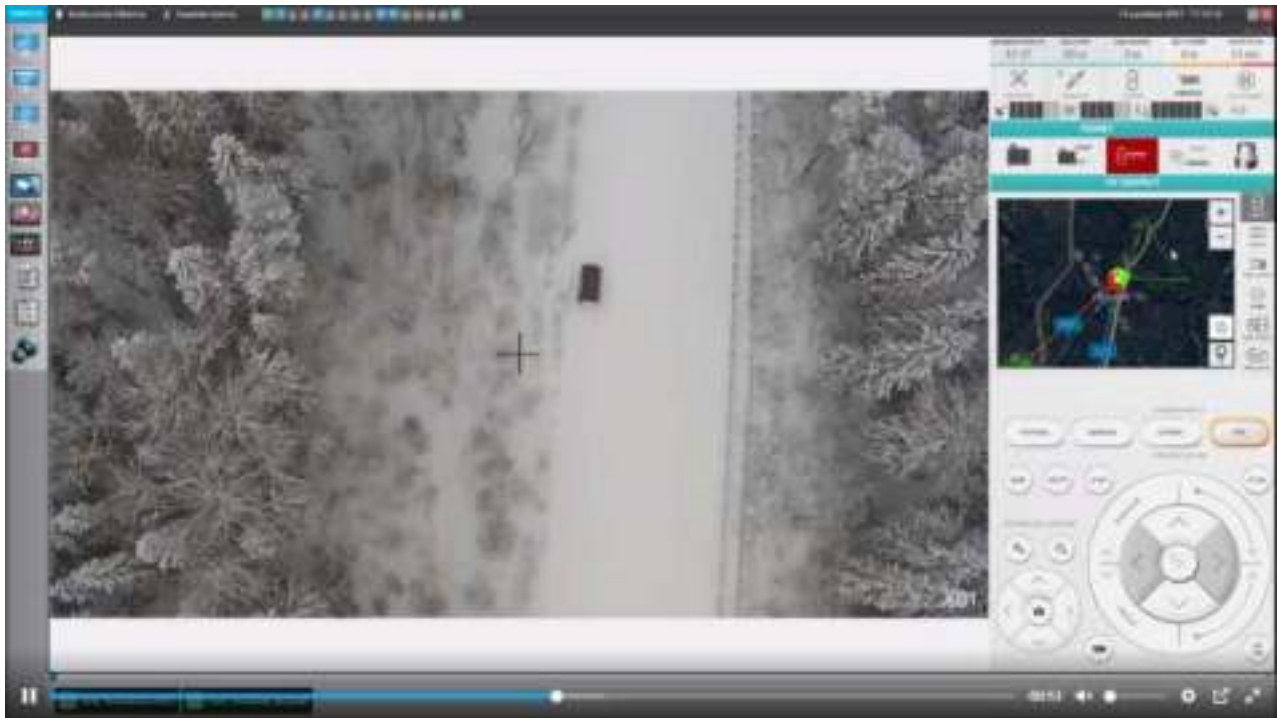


Рис. 5.316. Пользовательский интерфейс специального программного обеспечения «Синергет» с трансляцией видеоканала

АРМ «Оператора» обеспечивает выполнение следующих задач¹:

- прием, просмотр и запись видеосигнала с борта БПЛА в реальном масштабе времени;
- отображение на мониторе АРМ «Оператора» данных телеметрии, поступающих от БПЛА, и его местоположения на полетной карте;
- управление при достижении БПЛА навигационной точки его смещением, разворотом, высотой, наклоном видеокамеры, увеличением времени пребывания в навигационной точке и покиданием навигационной точки до окончания заданного времени пребывания в ней;
- формирование, редактирование и сохранение полетных карт;
- полет по предварительно составленному полетному заданию (при запуске БПЛА следует заданному маршруту, состоящему из навигационных точек с установленными параметрами — высотой и временем пребывания);
- формирование и редактирование полетных заданий по карте местности, включающих до 200 маршрутных точек с заданными координатами местоположения, высотой полета и временем пребывания в точке;
- прерывание полетного задания по команде оператора с возможностью ручного управления БПЛА (изменение оператором скорости и высоты, курсового угла БПЛА, а также угла наклона и увеличения видеокамеры в процессе полета к маршрутной точке);
- прерывание оператором полета в любой момент с подачей команды на возврат, при этом БПЛА выполнит остановку, продолжит полет к стартовому контейнеру и осуществит автоматическую посадку;

¹ Сайт компании «Стилсофт». URL: <https://stilsoft.ru/products/skyron-p2> (дата обращения: 01.03.2023).

— принудительное прерывание выполнения полетного задания при снижении напряжения аккумулятора и, в зависимости от уровня заряда, возврат в точку старта или посадка в месте текущего положения.

Основные тактико-технические характеристики комплекса контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО» представлены в таблице 5.80¹.

Таблица 5.80

Основные тактико-технические характеристики комплекса контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО»	
Наименование параметра	Значение/Особенности
Высота эффективного применения	20–300 м
Скорость полета	От 0 до 54 км/ч
Уменьшение скорости полета	до 1 м/с
Максимальная высота точки взлета над уровнем моря	2 700 м
Радиус действия	До 5 500 м
Максимальная скорость ветра, при которой обеспечивается эффективное применение БПЛА	10 м/с
Максимальное полетное время на уровне моря при стандартных условиях	До 40 мин
Время подготовки к использованию одним человеком	До 10 мин
Управление по закрытому шифрованному цифровому радиоканалу: частота/дальность	868 МГц/до 6 км
Канал передачи видеосигнала, частота/дальность	2,4–2,5 ГГц/до 5,5 км
Удержание позиции съемки / полет по заранее записанному маршруту с использованием сигналов позиционирования	Глонасс/GPS
Разрешение видеокамеры ПН-АБ2-ВК2-10	2 Мп
Фокусное расстояние ПН-АБ2-ВК2-10	5–50 мм
Размер области, видимой в кадре при полёте на высоте 50 м	59,5х34 м
Максимальное разрешение тепловизора ПН-АБ2-Т1	384х288 пикс
Фокусное расстояние объектива тепловизора ПН-АБ2-Т1	17 мм
Стабилизация платформы полезной нагрузки	крен/тангаж/курс
Диапазон рабочих температур	От –25 до +50°С
Взлетная масса БВС с полезной нагрузкой ПН-АБ2-ВК2-10	До 4,2 кг
Общая масса комплекта (без мачты STM-17150)	До 500 кг
Масса стартового контейнера ПС5	Не более 450 кг
Масса видеокамеры на гиростабилизированной платформе ПН-АБ2-ВК2-10	Не более 0,4 кг
Масса тепловизора на гиростабилизированной платформе ПН-АБ2-Т1	Не более 0,4 кг
Габаритные размеры БВС (без воздушных винтов)	Не более 600х600х300 мм
Габаритные размеры стартового контейнера (без метеостанции)	Не более 2 430х1 280х1 500 мм

Дальнейшим направлением развития автономных роботизированных систем на базе квадрокоптера стало создание «комплекса роботизированных систем», в которой наземный колесный робот и воздушный роботизированный комплекс, построенный по мультикоптерной схеме, объединены в единый комплекс.

¹ Там же.

Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс»^{1,2,3}

В состав мобильного беспилотного роботизированного комплекса наземно-воздушного наблюдения «Макс» (рис. 5.317, 5.318) входит наземный колёсный робот на базе роботизированного шасси внедорожного колесного беспилотного транспортного средства SRX 3 и дистанционно пилотируемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки (мультикоптер). Беспилотный комплекс на базе роботизированного шасси SRX3 является совместной разработкой компаний «СМП Роботикс» и «Нелк».



Рис. 5.317. Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс» на основе колёсного робота SRX 3



Рис. 5.318. Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс» на основе колёсного робота SRX 3

¹ Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». URL:<https://www.smprobotics.ru/applications/bespilotnyy-kompleks/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». Дополнительные материалы. URL:<https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/7e4/bespilotnyy-kompleks.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». URL:<https://www.smprobotics.ru/pr-i-media/bespilotniy-kompleks/> (дата обращения: 01.03.2023).

Интегрирование роботизированных систем наземного и воздушного мониторинга местности в единый комплекс позволяет обеспечить синергию преимуществ, присущих данным классам роботизированных систем, и в то же время в некоторой степени нивелировать их недостатки.

В мобильном роботизированном комплексе наземно-воздушного наблюдения «Макс» наземный колёсный робот на базе роботизированного шасси внедорожного колесного беспилотного транспортного средства SRX 3 обеспечивает решение задач наблюдения с земной поверхности, а также доставку мультикоптера и источника энергии в зону воздушного мониторинга.

Наземный робот обладает большим энергетическим потенциалом, который целесообразно использовать для питания БПЛА, и способен, таким образом, играть роль «мобильной авиабазы», с которой мультикоптер может в любое время автономно приземлиться, зарядиться и взлететь. Подача питания на борт мультикоптера осуществляется по кабелю снижения от бензинового генератора наземного робота, на высоту до 100 м. Высвобожденная мощность для питания полезной нагрузки на борту мультикоптера составляет до 300 Вт.

Посадка мультикоптера на «мобильную авиабазу» представлена на рисунке 5.319.



Рис. 5.319. Посадка мультикоптера на «мобильную авиабазу»

Доставка наземным колёсным роботом дистанционно пилотируемого летательного аппарата вертикального взлёта и посадки до места выполнения полётного задания позволяет исключить расходование полётного времени летательного аппарата на полёты между местом дислокации и районом выполнения полётного задания. Таким образом, обеспечивается увеличение времени воздушного мониторинга заданной зоны и объектов, значительно расширяется охват наблюдаемой территории, сокращается время сбора информации и обеспечивается получение информации об обстановке без участия оператора.

Существует два варианта построения мобильного роботизированного комплекса наземно-воздушного наблюдения «Макс»^{1,2}:

1. Вариант с использованием беспилотного летательного аппарата в режиме автономного полёта при автоматическом вертикальном взлёте и посадки на борт наземного колесного робота.

В этом случае мультикоптер может осуществлять горизонтальный полёт по маршруту в зоне воздушного мониторинга, на удалении от наземного робота-носителя. По выполнении полётного задания БПЛА в режиме «автоматическая посадка» садится на взлётную площадку наземного робота и осуществляет заряд собственных аккумуляторных батарей от его энергетической установки (рис. 5.320).



Рис. 5.320. Заряд аккумуляторных батарей мультикоптера от энергетической установки наземного робота

2. Вариант с использованием мультикоптера привязного типа.

В этом случае электрическая энергия для вращения винтов и питания полезной нагрузки мультикоптера подаётся по кабелю от источника энергии на борту наземного колесного робота. Данное решение позволяет обеспечить непрерывность воздушного мониторинга пространства и объектов с заданной высоты.

Управление полетом мультикоптера может осуществляться оператором с наземного пункта управления в полуавтоматическом режиме или автоматическом режиме с возможностью корректировки параметров полета и управления целевой нагрузкой. На монитор ком-

¹ Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». URL: <https://www.smprobotics.ru/applications/bespilotnyy-kompleks/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». Дополнительные материалы. URL: <https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/7e4/bespilotnyy-kompleks.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

пьютера наземного пункта управления выводятся электронная карта местности, координаты местоположения оператора и БПЛА, заданный маршрут полета, телеметрическая информация выполняемого полета, видеоизображение или другая информация о местности и объектах в режиме реального времени.

Пример отображения информации на мониторе компьютера наземного пункта управления приведен на рисунке 5.321.



Рис. 5.321. Пример отображения информации на мониторе компьютера наземного пункта управления

Наземный колёсный робот может управляться в «ручном» режиме по радиоканалу, в «программируемом» режиме с использованием навигационных систем, а также в «автоматическом» режиме с использованием системы видеовождения, которая позволяет обнаруживать препятствия и обеспечивает их объезд с последующим возвращением на заданный маршрут и не требует участия оператора. Высокая точность управления, как в дневное, так и в ночное время, достигается выбором пути проезда по изображению со встроенных видеокамер.

В условиях высоких широт и крайнего севера летательный аппарат вертикального взлёта и посадки может размещаться в закрытом отапливаемом контейнере, обеспечивающем сохранность заряда аккумуляторных батарей и быстрый старт БПЛА в условиях низких температур.

Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс», состоящий из роботизированной транспортной платформы и БПЛА вертикального взлёта и посадки, в зависимости от полезной нагрузки, может быть использован для решения следующих задач^{1,2}:

1. Дрон для видеонаблюдения территорий и периметров в различном диапазоне высот.

Видеокамеры, размещённые на гиростабилизированном подвесе дрона, позволяют получить дальность наблюдения в несколько километров. Использование мультиспектральных

¹ Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». URL: <https://www.smprobotics.ru/applications/bespilotnyy-kompleks/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». Дополнительные материалы. URL: <https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/7e4/bespilotnyy-kompleks.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

камер, ИК и видимого диапазона, обеспечат круглосуточное видеонаблюдение и высокую вероятность обнаружения удалённых объектов. В режиме автономного полета дрон совершает облёт охраняемого периметра и по мере истощения батарей питания производит посадку на наземное беспилотное транспортное средство в ином месте, отличном от места взлета. Тем самым реализуется патрулирование территорий, сложных для наземного перемещения. Размещение видеокамер и передатчика видеосигнала на дроне позволяет передавать видеоизображение на значительные расстояния. Так, при высоте полета дрона 300 м возможно говорить об устойчивом канале связи на расстоянии до 35 км.

2. Мультикоптер ретрансляции беспроводных каналов связи и организация временно-го радиопокрытия.

Радиоретранслятор, поднятый на мультикоптере, позволит быстро развернуть радиосеть для покрытия значительных территорий. Для таких применений целесообразно использование привязного исполнения БПЛА. В этом случае питание мультикоптера и ретранслятора обеспечивает бензиновый электрогенератор наземного робота посредством кабеля снижения.

Время, которое БПЛА сможет провести на заданной высоте, не ограничено. Использование наземного беспилотного транспортного средства в качестве носителя летательного аппарата позволит не только обеспечить его питанием, но и выдвинуться на позицию, наиболее удобную с точки зрения размещения узла ретрансляции. Учитывая высокую проходимость наземного робота, его маневренность и автономность, в большинстве случаев выдвижение робота будет более целесообразным, нежели использование внедорожного автомобиля в качестве наземного носителя.

Группировка беспилотных комплексов с ретрансляторами на борту позволит организовать самоорганизующуюся MESH-сеть, обеспечить её надёжное автоматическое функционирование в условиях возможного выхода из строя некоторых узлов-ретрансляторов.

3. Мультикоптер для подсветки труднодоступных объектов в ночное время.

Светодиодный прожектор, установленный на мультикоптере, позволит оперативно организовать освещение объектов при проведении поисково-спасательных и иных работ. При использовании привязного летательного аппарата время подсветки неограничено.

4. БПЛА для радиационного и дозиметрического контроля опасных территорий и объектов.

Беспилотный комплекс позволяет проводить удалённые обследования без риска для жизни оператора. Системы автоматического управления беспилотного комплекса оптимальны для проведения регулярных измерений в полностью автономном режиме. Наибольшая эффективность использования беспилотного комплекса дистанционного мониторинга достигается использованием наземного мониторинга на базе телеуправляемого наземного робота SRX2 и летающего дрона. Надёжное исполнение графика замеров без использования персонала возможно посредством использования автономного беспилотного транспортного средства SRX 1. Его использование позволяет достигнуть высокой экономической целесообразности применения беспилотного комплекса в целом.

Колёсное шасси обеспечивает перемещение на больших участках пути маршрута, в то время как БПЛА производит подлёт к труднодоступным местам и объектам и, по окончании процедуры замеров, возвращается на наземный носитель для перемещения к следующей точке взлета.

Технические характеристики мобильного роботизированного комплекса наземно-воздушного наблюдения «Макс» представлены в таблице 5.81^{1,2}.

¹ Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». URL:<https://www.smprobotics.ru/applications/bespilotnyy-kompleks/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». Дополнительные материалы. URL:<https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/7e4/bespilotnyy-kompleks.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 5.81

**Технические характеристики мобильного роботизированного комплекса
наземно-воздушного наблюдения «Макс»**

Характеристика	Значение
Наземный робот	
Запас хода при -10°C	120 км
Диапазон скоростей автоматического движения	5–20 км/ч
Максимальный преодолеваемый уклон	30°
Типовой вес полезной нагрузки	70 кг
Диаметр колёс	530 мм
Габаритные размеры, ШхВхД	1 100×850× 1 850 мм
Полная масса	270 кг
Диапазон рабочих температур	-40 ...+45°C
Силовая установка гибридного типа, аккумуляторные батареи заряжаются встроенным бензиновым генератором или внешним источником энергии. Движение робота обеспечивают малошумные электрические приводы	
Высвобожденная электрическая мощность генератора	До 2 кВт
Мультикоптер	
Максимальная дальность радиоканала управления БПЛА	До 5 км
Максимальная дальность передачи видео и другой информации БПЛА	До 5 км
Максимальная скорость полета БПЛА	50 км/ч
Максимальная высота полета БПЛА	800 м
Полоса обзора в режиме зависания БПЛА на высоте 500 м	1 000х1 000 м
Полоса обзора в режиме зависания БПЛА на высоте 800 м	2 000х2 000 м
Уровень шума БПЛА на расстоянии 3 м	60 dB
Масса БПЛА	До 7,0 кг
Масса целевой нагрузки	До 3,0 кг
Типы полезных нагрузок: фото/телевизионные и тепловизионные камеры, радиоретрансляторы, приборы ночного видения, фонари-прожекторы, лазерные дальномеры и целеуказатели, средства радиационной и химической разведки, а также другие нагрузки	

Привязной БПЛА «Elistair Orion» (Орион)^{1,2}

В качестве примера отдельно используемого мультикоптера привязного типа можно привести привязной БПЛА «Elistair Orion» (рис. 5.322, 5.323) от российской компании ООО «ГИТ СИСТЕМС», известной под брендом «KARNEEV SYSTEMS».

¹ Сайт ООО «ГИТ СИСТЕМС». URL: <https://www.karneev.com/product/privyaznye-bpla/orion-orion/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1 (5). 2020. — 83 с. С. 45–47.

Беспилотный летательный аппарат «Elistair Orion» является автоматизированным, мощным и высокоманевренным привязным БПЛА, предназначенным для ведения круглосуточного непрерывного воздушного наблюдения на больших площадях.

Мультикоптер «Elistair Orion» способен в течение 24 ч вести непрерывное видеонаблюдение за охраняемыми объектами и территориями на высоте до 100 м с максимальной дальностью обнаружения до 10 км. Максимальная масса полезной нагрузки БПЛА «Elistair Orion» составляет 3 кг. Изображение, получаемое с оптико-электронной системы, можно просматривать локально, а также передавать по линиям связи в центры управления и наблюдения.



Рис. 5.322. Привязной БПЛА «Elistair Orion»



Рис. 5.323. Привязной БПЛА «Elistair Orion»

Привязной БПЛА «Elistair Orion» представляет собой мультикоптер, оборудованный высококачественной оптико-электронной системой с гиросtabilизированной платформой и системой непрерывного электропитания от наземного блока питания SAFE-T по легкому и прочному кабелю.

Для управления мультикоптером «Elistair Orion» не требуется специально обученный оператор. Благодаря простому интуитивно понятному интерфейсу, автоматическому режиму полета и интеграции автоматизированных процедур безопасности оператору требуются только базовые навыки пилотирования. Система может использоваться автономно от взлета до посадки.

Основные технические характеристики привязного БПЛА «Elistair Orion» приведены в таблице 5.82^{1,2}.

Таблица 5.82

Технические характеристики привязного БПЛА «Elistair Orion»

Характеристика	Значение
Основные характеристики	
Максимальная высота привязной работы	100 м
Работа при силе ветра	До 35 км/ч
Работа при порывах ветра	До 50 км/ч
Диапазон рабочих температур	-10/40°C
Класс защиты кожуха	IP32
Диаметр дрона (без пропеллеров)	1,650 м
Диаметр корпуса дрона	0.433 м
Размах	1,650 м
Высота	0,411 м
Длина опорных ног	0,673 м
Силовой агрегат	
Количество моторов	6
Максимальная продолжительная выходная мощность моторов	600 Вт
KV рейтинг	280KV
Среднее энергопотребление (Safe-T + дрон) без нагрузки, стандартный крутящий момент	1 300
Среднее энергопотребление (Safe-T + дрон) нагрузка 2кг, стандартный крутящий момент	1 500
Скорость набора высоты, от взлета до 80 м	0,5 м/с
Полетный контроллер	
Режимы полета	Авто
Поддерживаемые GNSS	GPS, GLONASS, Galileo
Видеопотоки	
Видеоформат	HD 1080p 30fps
Максимальное время записи	10 ч

¹ Сайт ООО «ГИТ СИСТЕМС». URL: <https://www.karneev.com/product/privyaznye-bpla/orion-orion/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1 (5). С. 45–47.

Характеристика	Значение
Задержка видео на станции наземного управления	2 с
Масса	
Максимальный взлетный вес (привязной провод не включен)	12,7 кг
Максимальная нагрузка	3 кг
Вес без нагрузки	9,7 кг

Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза»^{1,2}

Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза» (рис. 5.324) предназначен для дистанционного обнаружения радиоэлектронных устройств различного назначения на больших участках местности.



Рис. 5.324. Квадрокоптер из состава комплекса «Стрекоза»

Поиск радиоэлектронных устройств различного назначения осуществляется с помощью нелинейного радиолокатора, входящего в состав бортовой полезной нагрузки квадрокоптера, являющегося элементом комплекса «Стрекоза».

Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза» может применяться для выполнения следующих задач^{3,4,5}:

- предварительная инженерная разведка (мониторинг) больших участков местности на предмет обнаружения электронных систем управления самодельных взрывных устройств (СВУ) при проведении специальных мероприятий;

- проведение спасательных операций для обнаружения людей, находящихся под снежными завалами и имеющих при себе радиоэлектронные устройства;

¹ Сайт производителя компании STT GROUP. URL: <http://detektor.ru/prod/self/drone/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1864/105258/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя компании STT GROUP. URL: <http://detektor.ru/prod/self/drone/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1864/105258/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

— действие в составе наземных мобильных (роботизированных) комплексов обнаружения СВУ.

К основным функциональным особенностям комплекса «Стрекоза» относятся^{1,2,3}:

- высокий темп ведения мониторинга местности;
- высокая точность определения координат обнаруженного СВУ;
- возможность координатной и визуальной привязки обнаруженного места установки СВУ;
- возможность предметного осмотра требуемого участка местности (путем зависания);
- возможность идентификации и диагностирования объекта поиска передача данных на пункт управления в реальном масштабе времени.

Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза» состоит из квадрокоптера с полезной нагрузкой, в состав которой входят нелинейный радиолокатор, видеокамера, GPS-модуль и оборудование для формирования канала передачи данных (рис. 5.324, 5.325), и наземного пункта управления (рис. 5.326).



Рис. 5.325. Квадрокоптер с полезной нагрузкой из состава комплекса «Стрекоза»



Рис. 5.326. Наземный пункт управления комплекса «Стрекоза»

¹ Сайт производителя компании STT GROUP. URL:<http://detektor.ru/prod/self/drone/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1864/105258/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

Данные с борта беспилотного летательного аппарата передаются на пункт управления в режиме реального времени. Ниже представлены скриншоты видео (рис. 5.327–5.329), которое иллюстрирует работу комплекса «Стрекоза». Видео доступно на сайте производителя компании STT GROUP¹.



Рис. 5.327. Интерфейс оператора наземного пункта управления с размеченным полетным заданием (оранжевый цвет)



Рис. 5.328. Зеленый участок трека отражает территорию, на которой не было обнаружено взрывных устройств

¹ Сайт производителя компании STT GROUP. URL: <http://detektor.ru/prod/self/drone/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.329. Красными флажками помечено место, в котором обнаружено взрывное устройство при ведении поиска в автоматическом режиме

В случае необходимости предметного осмотра участка местности «Стрекоза» способна зависать над ним (рис. 5.330).



Рис. 5.330. Найденное взрывное устройство в ручном режиме

Благодаря камере оператор видит взрывное устройство, а закрепленная тротиловая пашка может быть сброшена для дистанционного подрыва взрывного устройства. Взрывное устройство обведено красным кругом, а тротиловая пашка подчеркнута красной линией.

Комплекс «Стрекоза» позволяет еще раз проиллюстрировать тренд на мультифункциональность современных специальных технических средств, реализация которого достигается оснащением роботизированных комплексов различными детекторами, представлявшими ранее самостоятельные классы устройств.

Основные технические характеристики комплекса дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза» приведены в таблице 5.83^{1,2,3}.

Таблица 5.83

Основные технические характеристики комплекса дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза»

Характеристика	Значение/Особенности
Состав бортового оборудования	Нелинейный радиолокатор, видеокамера, GPS-модуль, канал передачи данных
Питание нелинейного локатора	2 аккумулятора 3,7 В
Вид модуляции НРЛ	Амплитудно-импульсная
Средняя мощность СВЧ сигнала в режиме поиска	Не более 400 мВт
Чувствительность приемника	Не хуже -140 дБ
Дальность обнаружения РВУ	До 30 м
Дальность обнаружения СВУ	Не менее 10 м
Масса снаряженного квадрокоптера (с батареей)	12 кг
Масса навесного оборудования (с аккумулятором)	Не более 2 кг
Встроенные системы геопозиционирования	GPS/ГЛОНАСС
Рабочая частота управления	915 до 922 МГц, 2.4 ГГц
Максимальное разрешение видеосъемки с курсовой камеры	1280x720 пикселей
Время полёта	55 мин
Дальность полета от наземного пункта управления	до 5 км
Возможность полета по точкам	От 1 до 99 точек
Максимальная скорость полета	50 км/ч
Возможность сброса груза	до 3 кг
Скорость обследования местности	5–10 км/ч
Режимы полета	Автоматический, полуавтоматический, ручной
Рабочая температура	-5...+40°C

Роботизированные комплексы на базе воздухоплавательных летательных аппаратов

Отметим, что, несмотря на неоспоримые преимущества беспилотных летательных платформ тяжелее воздуха, построенных по самолётной, вертолётной и мультикоптерной

¹ Сайт производителя компании STT GROUP. URL:<http://detektor.ru/prod/self/drone/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1864/105258/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/strekoza/> (дата обращения: 01.03.2023).

схемам, их применение имеет определенные ограничения, обусловленные тактико-техническими характеристиками беспилотных летательных аппаратов тяжелее воздуха, такими как время нахождения в воздухе и грузоподъемность. Даже самые технически совершенные комплексы могут находиться в воздухе от 12 до 24 ч с ограниченной бортовой полезной нагрузкой.

Возможности существующих комплексов воздушного базирования тяжелее воздуха могут быть существенно расширены за счёт применения воздухоплавательных летательных аппаратов (ВПЛА). Современные ВПЛА обладают широкой гаммой неоспоримых преимуществ¹:

- возможность длительного нахождения в воздухе, в некоторых случаях до полугода;
- возможность длительного нахождения в одной точке;
- высокие показатели грузоподъемности;
- высота полета вплоть до стратосферной;
- отсутствие необходимости во взлетно-посадочной полосе;
- низкий уровень шума и загрязнения воздуха;
- высокая экономичность эксплуатации;
- простота подготовки пилотов и простота эксплуатации.

В настоящее время в органах внутренних дел эксплуатируются привязные аэростатные комплексы (ПАК) типа «Пересвет» производства ОАО «ДКБА»². Примеры использования ПАК «Пересвет» в органах внутренних дел для ведения видеонаблюдения представлены на рисунках 5.331–5.334.



Рис. 5.331. Привязные аэростатные комплексы типа «Пересвет»

¹ Грачёв Ю. А., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легче воздуха в органах внутренних дел. Там же.

² Барановский А. В Госдуме рассмотрели вопросы воздухоплавания. URL: <https://www.aex.ru/docs/3/2014/3/19/1999/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 5.332. Подготовка аэростатного комплекса «Пересвет» к запуску



Рис. 5.333. Пункт управления привязного аэростатного комплекса «Пересвет»



Рис. 5.334. Фотография, полученная с помощью видеокамеры, расположенной на борту ПАК «Пересвет» (СПб, Исаакиевская площадь, Исаакиевский собор)

Использование дирижаблей для ведения видеонаблюдения существенно расширяет возможности органов внутренних дел, но не полностью использует уникальный потенциал воздухоплавательных летательных аппаратов.

Перспективный интегрированный эшелонированный комплекс ВПЛА органов внутренних дел Российской Федерации

Высокие потенциальные возможности воздухоплавательных летательных аппаратов могут быть реализованы путем комплексного использования различных типов ВПЛА, оснащенных как существующими модулями полезной нагрузки, так и перспективными модулями полезной нагрузки, в рамках единого вертикально интегрированного эшелонированного комплекса ВПЛА органов внутренних дел Российской Федерации. В составе интегрированного эшелонированного комплекса ВПЛА органов внутренних дел Российской Федерации могут использоваться следующие типы ВПЛА¹:

1. Малые (до 50 кг нагрузки) и ультрамалые (до 20 кг нагрузки) привязные и беспилотные воздухоплавательные летательные аппараты (первый эшелон уровня субъекта Российской Федерации, стационарная и мобильная компоненты);
2. Привязные аэростатные комплексы (первый эшелон уровня субъекта Российской Федерации, стационарная компонента);
3. Средневысотные беспилотные дирижабли (первый эшелон уровня субъекта Российской Федерации, мобильная компонента);
4. Беспилотные высотные аэростатические платформы (второй эшелон уровня федерального округа, координация действий органов внутренних дел в масштабе федерального округа).

¹ Грачёв Ю. А., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легче воздуха в органах внутренних дел. Там же.

Привязные аэростатные комплексы (первый эшелон уровня субъекта Российской Федерации, стационарная компонента)

В качестве перспективных привязных аэростатных комплексов (ПАК) для органов внутренних дел Российской Федерации могут быть использованы ПАК Аи-21 «Пума» (рис. 5.335) и ПАК «Ягуар» (рис. 5.336) производства НПО «Авгурь-РосАэроСистемы»¹.



Рис. 5.335. Привязной аэростат большого объема «Пума»



Рис. 5.336. Привязной аэростат «Ягуар»

¹ Сайт НПО «РосАэроСистемы». URL:<http://rosaerosystems.ru/airships/> (дата обращения: 01.03.2023).

Привязные аэростатные комплексы «Пума» и «Ягуар» позиционируются производителем, как большие всепогодные стационарные привязные аэростатные комплексы большой грузоподъемности. Технические характеристики привязных аэростатных комплексов «Пума» и «Ягуар» приведены в таблице 5.84^{1,2}.

Таблица 5.84

Технические характеристики привязных аэростатных комплексов «Пума» и «Ягуар»

Характеристика	Аи-21 «Пума»	«Ягуар»
Объем	12 000 м ³	6 000 м ³
Несущий газ	Гелий	Гелий
Максимальная скорость ветра на удерживающем устройстве	46 м/с	42 м/с
Максимальная скорость ветра на рабочей высоте	35 м/с	-
Полезная нагрузка	До 2 250 кг	До 1 500 кг
Максимальная высота	5 000 м	3 500 м
Энергопотребление нагрузки	До 25 кВт	-
Продолжительность непрерывного боевого дежурства	До 30 суток	До 30 суток
Дальность радиовидимости	До 300 км	До 240 км

ПАК «Пума» и «Ягуар» являются всепогодными, поскольку способны выдерживать максимальную скорость ветра соответственно до 46 и 42 м/с на удерживающем устройстве. Параметр максимальной скорости ветра на рабочей высоте доступен только для ПАК «Пума» и составляет 35 м/с.

Помимо всепогодности, отличительными особенностями обоих аэростатных комплексов являются большая грузоподъемность и высотность. ПАК «Пума» способен оперировать на высотах до 5 км с полезной нагрузкой до 2 250 кг, а ПАК «Ягуар» — на высотах до 3 500 м с полезной нагрузкой до 1 500 кг. Столь впечатляющие показатели позволяют оснастить привязные аэростатные комплексы широкой гаммой технических средств и комплексов в соответствии с их функциональным предназначением.

Для выполнения задач, возложенных на привязные аэростатные комплексы, в качестве основного оборудования производители предлагают использовать широкий спектр технических средств и комплексов, а именно:

- гиросtabilизированные оптико-электронные системы;
- комплексы связи и ретрансляции;
- радиолокационные средства (ПАК «Пума», например, был разработан как носитель радиолокационных станций дальнего обнаружения);
- средства РЭБ;
- средства радиоэлектронной и радиотехнической разведки;
- технические средства целеуказания.

Таким образом, исходя из анализа тактико-технических характеристик, функционального назначения и оснащения привязных аэростатных комплексов «Пума» и «Ягуар», возду-

¹ Верба Г. Е., Пономарев П. А., Фёдоров С. В. Создание систем передачи информации и мониторинга на базе воздухоплавательных аппаратов. // «Известия ЮФУ. Технические науки», — Таганрог: Южный федеральный университет, 2008. № 3 (80). С. 212–217.

² Верба Г. Е. и др. Современные мировые тенденции создания воздухоплавательной техники в интересах силовых ведомств // «Известия ЮФУ. Технические науки», — Таганрог: Южный федеральный университет, 2012. № 3 (128). С. 49–58.

хоплавательные аппараты данного типа могут быть использованы в органах внутренних дел уровня субъекта Российской Федерации.

Средневысотные беспилотные дирижабли (первый эшелон уровня субъекта Российской Федерации, мобильная компонента)

Проект средневысотной беспилотной многоцелевой платформы большой продолжительности полета «Сокол» (рис. 5.337), разработанный ЗАО «Воздухоплавательный центр «Авгурь»»^{1,2} стал дальнейшим развитием проекта нежесткого пилотируемого дирижабля Аи-30. Основным преимуществом беспилотной аэростатической летательной платформы, оснащенной гибридной силовой установкой, является возможность длительного непрерывного нахождения в воздухе либо в режиме патрулирования, либо в геостационарном положении.



Рис. 5.337. Средневысотная беспилотная аэростатическая платформа «Сокол»

Важнейшие технические характеристики беспилотной аэростатической платформы «Сокол» приведены в таблице 5.85^{3,4}.

Таблица 5.85

Технические характеристики беспилотной аэростатической платформы «Сокол»

Характеристика	БАП «Сокол»
Полезная нагрузка	500 кг
Рабочая высота	5 000–7 000 м
Максимальная (крейсерская) скорость	120 (72) км/ч
Максимальная продолжительность полёта	10 суток (при средней скорости ветра 15 м/с)
Силовая установка	Гибридная на основе топливных элементов и аккумуляторов с приводом воздушных винтов от электродвигателей

¹ Сайт НПО «РосАэроСистемы». URL:<http://rosaerosystems.ru/airships/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Пономарев П. А. Роль воздухоплавательного сегмента вооруженных сил Российской Федерации в решении задач по обеспечению военных действий в условиях необорудованных театров военных действий и Арктики. // «Известия ЮФУ. Технические науки», — Таганрог: Южный федеральный университет, 2014. № 3 (152). С. 138–147.

³ Сайт НПО «РосАэроСистемы». URL:<http://rosaerosystems.ru/airships/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Пономарев П. А. Роль воздухоплавательного сегмента вооруженных сил Российской Федерации в решении задач по обеспечению военных действий в условиях необорудованных театров военных действий и Арктики.

К основным целевым функциям беспилотной аэростатической платформы «Сокол» относятся^{1,2,3}:

- ведение всех видов разведки, наблюдения и патрулирования;
- ведение радиоэлектронной борьбы;
- борьба с контрабандой на море;
- охрана границ и зон экономических интересов;
- проведение контртеррористических мероприятий;
- обеспечение ретрансляции, связи и управления войсками;
- усиление систем раннего предупреждения об угрозе нападения, решение задач противоракетной и противовоздушной обороны.

Основываясь на анализе функционального назначения и тактико-технических характеристик средневысотной беспилотной аэростатической платформы «Сокол», можно сделать однозначный вывод о пригодности данного ВПЛА для использования в органах внутренних дел. Воздухоплавательные аппараты данного типа могут быть использованы в качестве мобильной компоненты, дополняющей привязные аэростатные комплексы, на уровне субъекта Российской Федерации.

Беспилотные высотные аэростатические платформы (второй эшелон уровня федерального округа, координация действий органов внутренних дел в масштабе федерального округа)

Проект перспективной беспилотной высотной аэростатической платформы «Беркут» (рис. 5.338) планируется реализовать на базе беспилотного дирижабля с гибридной силовой установкой, которая сочетает комплексное использование гибких пленочных солнечных батарей, генераторов и аккумуляторов, построенных на принципах водородной энергетики.



Рис. 5.338. Беспилотная высотная аэростатическая платформа «Беркут»

¹ Сайт НПО «РосАэроСистемы». URL:<http://rosaerosystems.ru/airships/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Пономарев П. А. Роль воздухоплавательного сегмента вооруженных сил Российской Федерации в решении задач по обеспечению военных действий в условиях необорудованных театров военных действий и Арктики.

³ Верба Г. Е. и др. Современные мировые тенденции создания воздухоплавательной техники в интересах силовых ведомств.

Основные технические характеристики беспилотной высотной аэростатической платформы «Беркут» отражены в таблице 5.86^{1,2,3}.

Таблица 5.86

Основные технические характеристики беспилотной высотной аэростатической платформы «Беркут»

Характеристика	Беркут ЕТ широты (0–30°)	Беркут МЛ широты (30–45°)	Беркут НЛ широты (45–60°)
Объем	192 000 м ³	256 000 м ³	320 000 м ³
Площадь элементов солнечной батареи	3 500 м ²	5 800 м ²	8 000 м ²
Полезная нагрузка, кг	1000 (1200)		
Мощность, потребляемая полезной нагрузкой	15 кВт		
Высота базирования	от 20 до 23 км		
Продолжительность непрерывного боевого дежурства	6–12 месяцев		
Силовая установка, количество и мощность двигателей	3х50 кВт	5х50 кВт	7х50 кВт

К основным сферам планируемого применения беспилотной высотной аэростатической платформы «Беркут» относятся^{4,5}:

- комплексный мониторинг территории радиусом 600 км (оснащение радаром и стабилизированной оптикоэлектронной системой);
- эффективная замена геостационарным спутникам;
- решение задач ПВО и ПРО (оснащение радаром с активной фазированной антенной решеткой);
- обеспечение антитеррористических и антиконтрабандных операций;
- обеспечение широкополосной связи и ретрансляции сигналов, в том числе в интересах Вооруженных сил Российской Федерации;
- ведение радиоэлектронной борьбы;
- обнаружение и идентификация наземных и морских объектов.

Беспилотная высотная аэростатическая платформа «Беркут» может использоваться в органах внутренних дел не только для выполнения задач в соответствии с функциональным назначением, но и для координации действий органов внутренних дел в масштабе федерального округа. Другими словами, воздухоплавательные аппараты типа «Сокол» предназначены для применения в качестве второго эшелона для комплекса воздухоплавательных летательных аппаратов первого эшелона, в который входят привязные аэростатные комплексы «Пума» и «Ягуар», а также средневысотные беспилотные аэростатические платформы «Сокол», действующие на уровне субъекта Российской Федерации.

¹ Сайт НПО «РосАэроСистемы». URL:<http://rosaerosystems.ru/airships/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Пономарев П. А. Роль воздухоплавательного сегмента вооруженных сил Российской Федерации в решении задач по обеспечению военных действий в условиях необорудованных театров военных действий и Арктики.

³ Верба Г. Е. и др. Современные мировые тенденции создания воздухоплавательной техники в интересах силовых ведомств.

⁴ Сайт НПО «РосАэроСистемы». URL:<http://rosaerosystems.ru/airships/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Пономарев П. А. Роль воздухоплавательного сегмента вооруженных сил Российской Федерации в решении задач по обеспечению военных действий в условиях необорудованных театров военных действий и Арктики.

Существующие и перспективные функциональные модули полезной нагрузки для интегрированного эшелонированного комплекса ВПЛА органов внутренних дел Российской Федерации

В зависимости от задач, стоящих перед различными подразделениями органов внутренних дел, каждый из вышеперечисленных ВПЛА может быть укомплектован следующими существующими и перспективными функциональными модулями (рис. 5.339)¹:

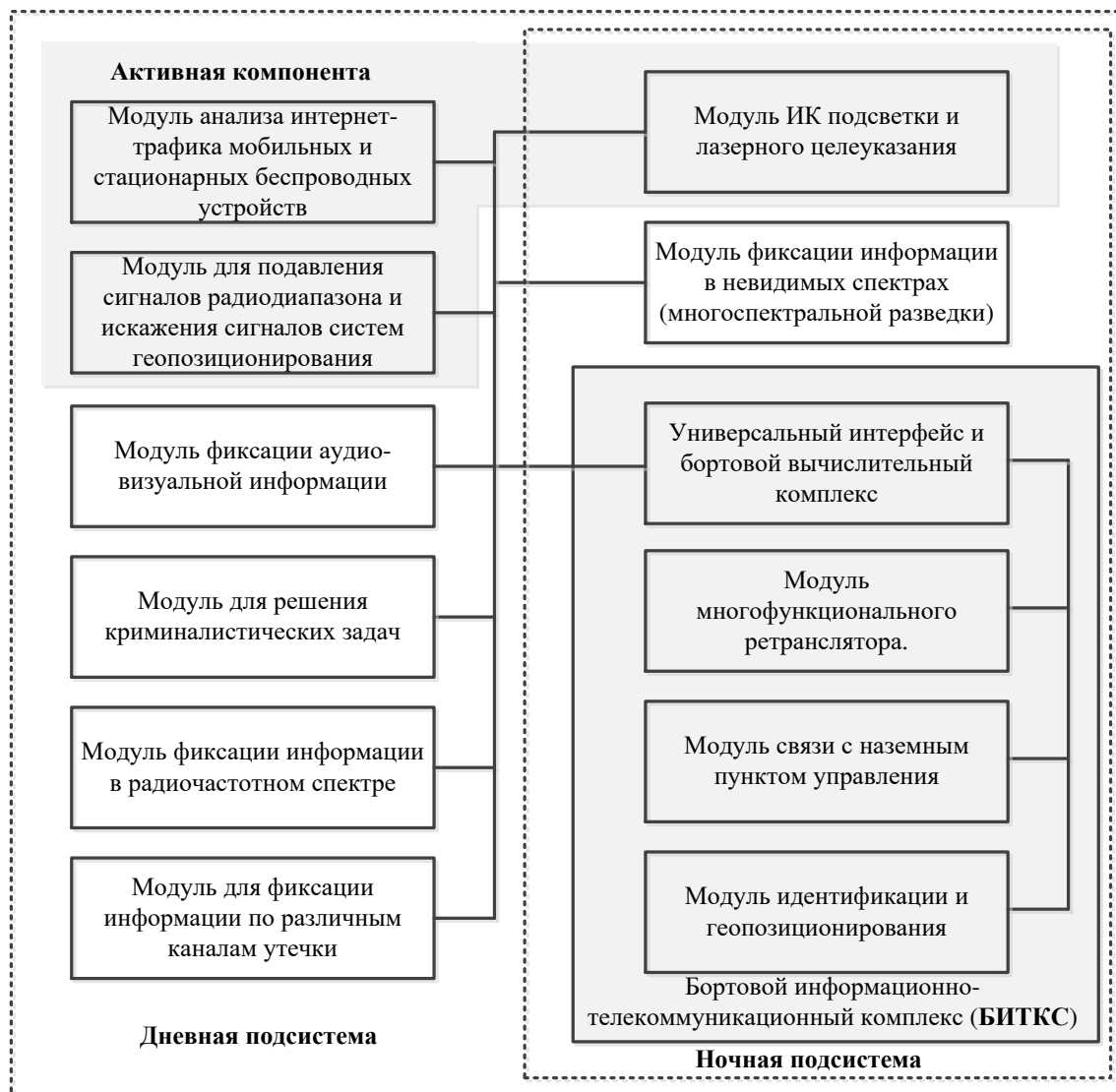


Рис. 5.339. Функциональная схема полезной нагрузки перспективной беспилотной платформы легкого воздуха

1. Модуль фиксации аудиовизуальной информации с функциями:

- фотофиксации;
- видеофиксации;
- аудиофиксации;

— использования технологии распознавания лиц и номерных знаков, например лучших в мире алгоритмов от компании NtechLab;

¹ Грачёв Ю. А., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легкого воздуха в органах внутренних дел. Там же.

— оперативной проверки полученной фото- и видеoinформации по базам данных разыскиваемых лиц и автомобилей;

— применения искусственного интеллекта для анализа оперативной обстановки (массовое скопление людей, массовые беспорядки);

— интеграции с программно-аппаратным комплексом «Безопасный город».

Использование технических средств фиксации аудиовизуальной информации предлагается в различных источниках. Для реализации данной функции может быть использована многофункциональная оптико-электронная система с ТВ и ИК-каналами БПЛА «Орион» или мультиспектральная камера и фотоаппарат Z-16AGRO1-F1 БПЛА ZALA.

Отметим, однако, что интеграция в программную составляющую данного модуля алгоритмов распознавания лиц и номеров автомобилей, например алгоритмов компании NtechLab, с возможностью оперативной проверки фото— и видеoinформации по базам данных разыскиваемых лиц и автомобилей нигде не рассматривалась. Применение искусственного интеллекта для анализа оперативной обстановки (массовое скопление людей, массовые беспорядки) и интеграция модуля фиксации аудиовизуальной информации с программно-аппаратным комплексом «Безопасный город» также предложены впервые.

2. Модуль для анализа интернет-трафика мобильных и стационарных беспроводных устройств при проведении оперативно-розыскных мероприятий, в составе которых предлагается использовать:

— оборудование для анализа трафика в мобильных телекоммуникационных сетях;

— оборудование для внедрения ложных сообщений в переписку правонарушителей в целях пресечения массовых беспорядков;

— оборудование для перехвата побочных электромагнитных излучений;

— оборудование для перехвата информации по акустическому каналу.

Данный модуль является перспективным и не представлен в комплектациях известных беспилотных комплексов.

Основной задачей данного модуля является не только введение ложных сообщений в систему связи организаторов массовых беспорядков в целях нарушения единого замысла, но и определение источников сообщений как по IP-адресу, так и по адресу канального уровня (адресу «железа»). Кроме того, данный модуль должен обеспечить фиксацию информации по различным каналам утечки.

3. Модуль для решения криминалистических задач, который может быть оснащен:

— оборудованием для построения 3D-карты места преступления для проведения следственных действий в труднодоступных или опасных местах;

— различной поисковой техникой, в том числе поисково-наблюдательными тепловизорами, идентификаторами изотопов, детекторами гамма-излучения и оборудованием для поиска опасных химических веществ в воздухе.

Данный модуль также является перспективным и не представлен в известных образцах полезной нагрузки. Применение дирижабля, оснащенного оборудованием для построения 3D-карты места преступления и поисковой техникой может найти широкое применение при расследовании военных преступлений. В состав модуля для решения криминалистических задач может входить, например, газоанализатор с видеокамерами Z-16GAS-M-VR.

4. Модуль фиксации информации в невидимом спектре (мультиспектральной разведки), оснащенный:

— оборудованием для фиксации информации в инфракрасном спектре, а именно наблюдательным тепловизором, прибором ночного видения или мультиспектральным прибором, сочетающим различные каналы, например тепловизионный и ночной;

— оборудованием для фиксации гамма-излучения.

Модуль может быть оснащен существующей многофункциональной оптико-электронной системой с ТВ и ИК-каналами БПЛА «Орион», мультиспектральной камерой и фотоаппаратом Z-16AGRO1-F1 БПЛА ZALA, HD-тепловизором с обзорной видеокамерой и лазерным целеуказателем или дозиметром с видеокамерами Z-16 GAMMA-VR.

5. Модуль для фиксации информации в радиочастотном спектре, в состав которого может быть включено:

- оборудование для перехвата радиосигнала в HF и VHF-диапазонах;
- оборудование для перехвата радиосигнала в GSM, LTE-диапазонах;
- оборудование для перехвата радиосигнала Wi-Fi, Bluetooth.

Возможно применение аппаратуры радио— и радиотехнической разведки для пеленгации и определения местоположения источников сигналов радиосвязи и радиотехнических средств из состава БПЛА «Орион».

6. Модуль для подавления сигналов радиодиапазона и искажения сигналов систем геопозиционирования.

В состав комплекса входит:

- оборудование для подавления радиосигнала в HF и VHF-диапазонах;
- оборудование для подавления радиосигнала в GSM, LTE-диапазонах;
- оборудование для подавления радиосигнала Wi-Fi, Bluetooth.

Одной из важнейших задач данного модуля является подавление сетей peer-to-peer связи, организованных с использованием аппаратов сотовой связи и специфических приложений. Примером использования подобного вида связи являются массовые беспорядки в Гонконге.

Отметим, что данный модуль целесообразно включить в активную подсистему комплекса ВПЛА и разнести, таким образом, функцию подавления сигналов и функцию ретрансляции.

7. Модуль многофункционального ретранслятора для усиления радиосигнала в различных диапазонах (VHF, 3G/LTE, Wi-Fi и т. д.).

8. Модуль связи с наземным пунктом управления, в состав которого входят:

- оборудование GSM и LTE-диапазона;
- Wi-Fi-модуль;
- криптографическое оборудование.

9. Модуль идентификации и геопозиционирования, оснащенный:

- оборудованием ГЛОНАСС или Beidou;
- бортовым передатчиком «Москит» стандарта 1090 ES производства концерна Алмаз Антей для контроля требований использования воздушного пространства.

10. Модуль ИК-подсветки и лазерного целеуказания.

Для оснащения данного модуля может быть использован HD-тепловизор с обзорной видеокамерой и лазерным целеуказателем с дополнительным оснащением модуля устройством ИК-подсветки.

При построении перспективной беспилотной платформы легче воздуха целесообразно выделить базовую подсистему, а также «дневную» и «ночную» подсистемы с активной и пассивной компонентой.

Конструкция перспективной беспилотной платформы легче воздуха может включать следующие элементы¹:

- многосекционный корпус с повышенной живучестью, который может быть дополнительно армирован, в том числе элементами крепления универсальной модульной платформы;
- унифицированную платформу для крепления модулей, которая позволит гибко изменять состав модулей полезной нагрузки;
- четыре электродвигателя для обеспечения улучшенной маневренности платформы;
- универсальный бортовой источник, построенный на принципах водородной энергетики;
- резервный источник питания, в том числе солнечную батарею;
- бортовой информационно-телекоммуникационный комплекс (БИТК);
- программный комплекс, в том числе с элементами искусственного интеллекта и нейросетевого самообучения.

Помимо конструктивных особенностей платформ, важную роль в вопросе применения платформ воздушного базирования играет управление данными техническими средствами. Для аппаратов тяжелее воздуха необходимо непрерывное поддержание каналов связи, управления и геолокации с беспилотными летательными аппаратами. Постоянный обмен

¹ Грачёв Ю. А., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легче воздуха в органах внутренних дел. Там же.

информацией представляет собой уязвимое место беспилотной системы тяжелее воздуха, так как значительно снижает её разведзащищенность.

Для управления дирижаблем может быть предложен режим дискретного управления, при котором постоянное управление замещается предустановленной маршрутной программой. Маршрутная программа подразумевает либо нахождение в одной точке, либо движение по определённому маршруту. Маршрутная программа должна быть дополнена синхронизированной функциональной программой, охватывающей выполнение определённых полётных заданий всеми видами модулей воздушной платформы.

Безусловно, дирижабли не лишены недостатков, таких, как^{1,2}:

- относительно невысокая скорость полета;
- низкая маневренность дирижабля, обусловленная высоким аэродинамическим сопротивлением аппарата;
- зависимость от атмосферных природных явлений, прежде всего от ветра;
- значительные размеры ангаров для дирижабля;
- сложность хранения и технического обслуживания.

Тем не менее, совместное, комплексное применение воздушных платформ тяжелее воздуха и легче воздуха позволит преодолеть недостатки данных комплексов и многократно усилить их общие достоинства.

Вопросы для самостоятельного контроля знаний:

1. Перечислите, что относится к техническим средствам поиска и досмотра.
2. Приведите примеры беспроводных досмотровых устройств.
3. Какие принципы лежат в основе технических средств обнаружения и распознавания наркотических, взрывчатых, психотропных, химических, биологических и других веществ? Приведите примеры технических средств данного класса.
4. Приведите примеры технических средств обнаружения радиоактивных веществ.
5. Виды, принцип действия и методика применения металлоискателей.
6. Перечислите виды технических средств, относящихся к рентгеновской досмотровой технике. Поясните принцип работы и приведите примеры рентгеновских досмотровых установок.
7. Раскройте принцип действия многофункционального нелинейного локатора. Приведите пример многофункционального нелинейного локатора.
8. Опишите принцип действия радиолокатора для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами (стеновизора). Приведите пример стеновизора.
9. Приведите пример дистанционного стеновизора.
10. Что такое поисковый георадар? Опишите принцип работы и приведите пример поискового георадара.
11. Перечислите роботизированные системы, в состав которых входят технические средства выявления информации.
12. Что такое автономная роботизированная система?
13. Какую тенденцию развития технических средств выявления информации, общую для специальной техники, можно выделить в настоящее время?

¹ Круглов А. Боевой пузырь. URL: <https://www.sovsekretno.ru/articles/boevoy-puzyr/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Андреев Д. А., Марков А. А. Перспективы применения дирижаблей // «Актуальные проблемы авиации и космонавтики», — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2017. № 13 (2). С. 446–448.

ГЛАВА 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ФИКСАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Предотвращение, расследование и раскрытие преступлений требует сбора информации не только об объектах преступного посягательства, орудиях, использованных преступниками, а также вещественных доказательствах, но и о лицах, которые в той или иной степени могут быть причастны к подготовке или совершению преступлений. Задача фиксации оперативной информации решается сотрудниками органов внутренних дел при проведении оперативно-розыскного мероприятия «наблюдение», предусмотренного статьей 6 федерального закона Российской Федерации «Об оперативно-розыскной деятельности».

Существует множество определений термина «наблюдение», которые в той или иной степени отражают суть явления. Наблюдать, в соответствии с трактовкой этого слова в словаре русского языка, значит видеть, замечать; внимательно следя за кем-либо или чем-либо, изучать, исследовать. Одним из наиболее релевантных определений процесса наблюдения с точки зрения специфики органов внутренних дел является определение, согласно которому наблюдение — это целенаправленное и систематическое восприятие деяний лица (лиц) и явлений (событий, фактов, процессов), значимых для решения конкретных разведывательных задач (например, для выявления тайников или закладок)¹. Другими словами — это способ ведения разведывательной деятельности, в качестве объекта которой выступает состояние и деятельность объекта, представляющего оперативный интерес.

Наблюдение может осуществляться гласно или негласно. Формой оперативного наблюдения чаще всего является негласное наблюдение, однако не исключается и гласное наблюдение. По срокам наблюдение может быть кратковременным и длительным, что обусловлено особенностями возникающих ситуаций.

Способы наблюдения подразделяются на непосредственное (физическое), опосредованное (с помощью технических средств) и комплексное наблюдение, которое сочетает первые два способа. Непосредственное наблюдение основано на визуальном методе получения информации и заключается в негласном целенаправленном восприятии наблюдателем деятельности объекта оперативной заинтересованности (человека, транспортного средства и др.). Опосредованное наблюдение заключается в негласном целенаправленном восприятии наблюдателем деятельности объекта оперативной заинтересованности с помощью специальных технических средств.

Наблюдение, выполняемое сотрудниками полиции в рамках оперативно-розыскного мероприятия, может осуществляться визуально либо с помощью специальных технических средств, например оптических приборов, с последующим обобщением и анализом полученной информации. Наблюдение с помощью технических средств обычно осуществляется со стационарных постов либо заранее оборудованных позиций, физическое наблюдение чаще всего бывает мобильным.

Процесс наблюдения очень сложен, требует затрат значительных сил, средств и времени, а также высокой квалификации лиц, осуществляющих его. Профессионал в этой сфере деятельности должен обладать наблюдательностью, способностью замечать мелкие подробности предметов, событий, фактов, явлений. Наблюдательность зависит не только от профессиональной подготовки наблюдателя, но и от условий наблюдения. Большое расстояние до объекта наблюдения, недостаточная освещенность объекта или ее отсутствие, пыль, дым,

¹ Специальные технические средства визуального наблюдения и документирования : учебное пособие / В. В. Тимофеев. — Барнаул: Барнаульский юрид. ин-т МВД России, 2017. — 46 с. С. 3.

туман, дождь, снегопад — все это препятствует глазу человека замечать частности, подробности. Однако эти частности и подробности при сборе информации в ходе оперативно-розыскных мероприятий могут иметь весьма существенное, а иногда и решающее значение для расследования и раскрытия преступления.

Расширить возможности зрительного аппарата человека в условиях, неблагоприятных для наблюдения, могут технические средства. Многовекторность и комплексный характер оперативно-служебной деятельности органов внутренних дел требует внедрения и применения самых совершенных технических средств. Существенное влияние на организацию оперативного наблюдения в настоящее время оказывает система видеонаблюдения аппаратно-программного комплекса «Безопасный город».

С развитием нейросетевых алгоритмов распознавания лиц, силуэтов, государственных регистрационных номеров и автотранспорта возможности органов внутренних дел по ведению оперативного наблюдения были существенно расширены. В качестве примера нейросетевых алгоритмов, позволяющих в автономном режиме реализовать видеоаналитику, можно привести лучшие в мире алгоритмы распознавания российской компании NtechLab, которые были подробно рассмотрены в четвертой главе. Напомним, что при попадании объекта, представляющего оперативный интерес, в поле зрения любой камеры, относящейся к системе видеонаблюдения АПК «Безопасный город», на него автоматически заводится персональная карта, в которой среди прочего отражается его круг связей.

6.1. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ФИКСАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Действующим законодательством предусматривается не только осуществление оперативно-розыскных мероприятий, но также их обеспечение средствами специальной техники. Могут использоваться как технические средства общего назначения, так и специальные технические средства, предназначенные для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности (ОРД).

Применение специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности, допускается на основании статьи 6 федерального закона от 12.08.1995 г. № 144-ФЗ «Об оперативно-розыскной деятельности».

Статья 6 «Оперативно-розыскные мероприятия» устанавливает следующий перечень оперативно-розыскных мероприятий¹:

1. Опрос.
2. Наведение справок.
3. Сбор образцов для сравнительного исследования.
4. Проверочная закупка.
5. Исследование предметов и документов.
6. Наблюдение.
7. Отождествление личности.
8. Обследование помещений, зданий, сооружений, участков местности и транспортных средств.
9. Контроль почтовых отправлений, телеграфных и иных сообщений.
10. Прослушивание телефонных переговоров.
11. Снятие информации с технических каналов связи.
12. Оперативное внедрение.
13. Контролируемая поставка.
14. Оперативный эксперимент.
15. Получение компьютерной информации².

Контроль почтовых отправлений, телеграфных и иных сообщений, прослушивание телефонных переговоров, снятие информации с технических каналов связи и получение компьютерной информации относятся к оперативно-розыскным мероприятиям, в ходе кото-

¹ Федеральный закон от 12.08.1995 г. № 144-ФЗ (ред. от 01.07.2021) «Об оперативно-розыскной деятельности». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7519/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Пункт 15 введен федеральным законом от 06.07.2016 г. № 374-ФЗ.

рых используются специальные технические средства, предназначенные для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности.

Помимо перечня оперативно-розыскных мероприятий с использованием специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, статья 6 «Оперативно-розыскные мероприятия» содержит еще два ключевых положения, которые регламентируют применение специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации.

Во-первых, в ней определен порядок проведения оперативно-розыскных мероприятий с использованием специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации: «Оперативно-розыскные мероприятия, связанные с контролем почтовых отправлений, телеграфных и иных сообщений, прослушиванием телефонных переговоров с подключением к станционной аппаратуре предприятий, учреждений и организаций независимо от форм собственности, физических и юридических лиц, предоставляющих услуги и средства связи, со снятием информации с технических каналов связи, с получением компьютерной информации, проводятся с использованием оперативно-технических сил и средств органов федеральной службы безопасности, органов внутренних дел в порядке, определяемом межведомственными нормативными актами или соглашениями между органами, осуществляющими оперативно-розыскную деятельность»¹.

Во-вторых, в статье 6 указано: «Перечень видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности, устанавливается Правительством Российской Федерации»².

Это ключевой момент, который позволит нам перейти к классификации специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации. Речь идет о трех нормативно-правовых актах Правительства Российской Федерации:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 770 (ред. от 15.07.2002)³ «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности физических и юридических лиц, не уполномоченных на осуществление оперативно-розыскной деятельности, связанной с разработкой, производством, реализацией, приобретением в целях продажи, ввоза в Российскую Федерацию и вывоза за ее пределы специальных технических средств, предназначенных (разработанных, приспособленных, запрограммированных) для негласного получения информации, и Перечня видов специальных технических средств, предназначенных (разработанных, приспособленных, запрограммированных) для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности»

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.03.2000 г. № 214⁴ «Об утверждении Положения о ввозе в Российскую Федерацию и вывозе из Российской Федерации специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, и списка видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, ввоз и вывоз которых подлежат лицензированию».

В приложении к этому постановлению определен список видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, ввоз и вывоз которых подлежат лицензированию (утв. постановлением Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214).

3. Раздел 2.17. «Специальные технические средства, предназначенные для негласного получения информации» Решения Коллегии Евразийской Экономической Комиссии от 21.04.2015 г. № 30⁵.

Классификация специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, строится в соответствии с категориями, определенными в списке

¹ Федеральный закон от 12.08.1995 г. № 144-ФЗ (ред. от 01.07.2021) «Об оперативно-розыскной деятельности». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7519/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ URL: <http://base.garant.ru/10135354>. (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ С изменениями и дополнениями от: 19.10. 2000 г., 27.11. 2006 г., 14.02.2009 г., 08.12. 2010 г., 26.01.2017 г., 20.03.2018 г. URL: <http://base.garant.ru/12118972/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178556/943e531b4fe3a623f1e30a9bcf5dd9950645a0cd/ (дата обращения: 01.03.2023).

либо в перечне видов специальных технических средств негласного получения информации, которые приведены в вышеперечисленных документах.

Классификация специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности

Обобщенная классификация специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности, представлена в таблице 6.1.

Исторически первым появился «Перечень видов специальных технических средств, предназначенных (разработанных, приспособленных, запрограммированных) для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности», который утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 770. Именно этот перечень заложил основы классификации специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации.

Виды специальных технических средств негласного получения информации в соответствии с Перечнем приведены в пронумерованных строках таблицы 6.1.

Следующим появился «Список видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, ввоз и вывоз которых подлежат лицензированию», утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 10.03.2000 г. № 214. Номера пунктов этого списка соответствуют номерам пунктов Перечня, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 770. Однако в Списке дополнительно определены подвиды специальных технических средств негласного получения информации. Дополнительная детализация подвидов в соответствии со Списком представлена во 2-м столбце таблицы 6.1.

Самые актуальные уточнения и дополнения к перечню специальных технических средств негласного получения информации (столбец 3 таблицы 6.1) указаны в разделе 2.17 Решения Коллегии Евразийской Экономической Комиссии от 21.04.2015 г. № 30.

Таблица 6.1

Обобщенная классификация специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности

№ п/п	Перечень видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации	
1	Специальные технические средства для негласного получения и регистрации акустической информации (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
	1.1. Системы проводной связи, предназначенные для негласного получения и регистрации акустической информации. 1.2. Радиоаппаратура, предназначенная для негласного получения и регистрации акустической информации (постановление Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214)	1.1. Системы проводной связи, предназначенные для негласного получения и (или) регистрации акустической информации. 1.2. Радиоэлектронные устройства, предназначенные для негласного получения и (или) регистрации акустической информации. 1.3. Электронные устройства, предназначенные для негласной регистрации акустической информации (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)

№ п/п	Перечень видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации	
2	Специальные технические средства для негласного визуального наблюдения и документирования (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770). Специальные технические средства для негласного визуального наблюдения и регистрации видеоинформации (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)	
	2.1. Фотокамеры, обладающие, по крайней мере, одним из следующих признаков: — закамуфлированные под бытовые предметы; — имеющие вынесенный значок входа (PIN-HOLE); — без визира; — с вынесенными органами управления камерой. 2.2. Телевизионные и видеокамеры, обладающие, по крайней мере, одним из следующих признаков: — закамуфлированные под бытовые предметы; — имеющие вынесенный значок входа (PIN-HOLE); — работающие при низкой освещенности объекта (0,01 лк и менее) или при освещенности на приемном элементе 0,0001 лк и менее. 2.3. Комплекс аппаратуры передачи видеоизображения по кабельным, радио и оптическим линиям связи. (постановление Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214)	2.1. Объективы с вынесенным значком входа («pin-hole»). 2.2. Фотокамеры, обладающие, по крайней мере, одним из следующих признаков: — закамуфлированные под предметы другого функционального назначения; — имеющие объективы с вынесенным значком входа («pin-hole»). 2.3. Телевизионные и видеокамеры, обладающие, по крайней мере, одним из следующих признаков: — закамуфлированные под предметы другого функционального назначения; — имеющие объективы с вынесенным значком входа («pin-hole»). 2.4. Системы проводной связи, предназначенные для негласного получения и (или) регистрации видеоинформации. 2.5. Радиоэлектронные устройства, предназначенные для негласного получения и (или) регистрации видеоинформации. 2.6. Электронные устройства, предназначенные для негласной регистрации видеоинформации (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)
3	Специальные технические средства для негласного прослушивания телефонных переговоров (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
	3.1. Системы проводной связи, предназначенные для негласного прослушивания телефонных переговоров. 3.2. Радиоаппаратура, предназначенная для негласного прослушивания телефонных переговоров (постановление Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214)	3.1. Системы проводной связи, предназначенные для негласного прослушивания телефонных переговоров. 3.2. Радиоэлектронные устройства, предназначенные для негласного прослушивания телефонных переговоров. 3.3. Электронные устройства, предназначенные для негласной регистрации информации о телефонных переговорах (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)
4	Специальные технические средства для негласного перехвата и регистрации информации с технических каналов связи (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
5	Специальные технические средства для негласного контроля почтовых сообщений и отправлений (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	

№ п/п	Перечень видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации	
6	Специальные технические средства для негласного исследования предметов и документов (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
	6.1. Переносная малогабаритная рентгеноскопическая и рентгенотелевизионная аппаратура (постановление Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214)	В том числе переносная малогабаритная рентгеноскопическая, рентгенотелевизионная и рентгенографическая аппаратура (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)
7	Специальные технические средства для негласного проникновения и обследования помещений, транспортных средств и других объектов (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
	7.1. Средства для вскрытия запирающих устройств. 7.2. Переносная малогабаритная рентгеноскопическая и рентгенотелевизионная аппаратура (постановление Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214)	7.1. Средства для вскрытия запирающих устройств. 7.2. Переносная малогабаритная рентгеноскопическая, рентгенотелевизионная и рентгенографическая аппаратура (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)
8	Специальные технические средства для негласного контроля за перемещением транспортных средств и других объектов (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
9	Специальные технические средства для негласного получения (изменения, уничтожения) информации с технических средств ее хранения, обработки и передачи (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
10	Специальные технические средства для негласной идентификации личности (постановление Правительства РФ от 01.07. 1996 г. № 770)	
	10.1. Многоканальные регистраторы психофизиологических реакций человека (постановление Правительства РФ от 10.03.2000 г. № 214)	Нет
11	В перечне, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 770 специальных технических средств для негласной регистрации психофизиологических реакций человека нет	
	В перечне, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 10.03.2000 г. № 214 специальных технических средств для негласной регистрации психофизиологических реакций человека нет	Специальные технические средства для негласной регистрации психофизиологических реакций человека (раздел 2.17 Решения Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 г. № 30)

Отметим, что в Решении Коллегии Евразийской Экономической Комиссии от 21.04.2015 г. № 30 специальные технические средства для негласной регистрации психофизиологических реакций человека выделены в отдельную одиннадцатую категорию, которой нет в двух предыдущих списках видов специальных технических средств, предназначенных (разработанных, приспособленных, запрограммированных) для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 770 и постановлением Правительства Российской Федерации от 10.03.2000 г. № 214.

Примеры специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации в процессе осуществления оперативно-розыскной деятельности, перечислены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

**Примеры специальных технических средств, предназначенных
для негласного получения информации в процессе осуществления
оперативно-розыскной деятельности**

№ п/п	Виды специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации	Примеры устройств
1	Специальные технические средства для негласного получения и регистрации акустической информации	Радиомикрофоны, проводные микрофоны, стетоскопы, лазерные микрофоны, диктофоны, направленные микрофоны и др.
2	Специальные технические средства для негласного визуального наблюдения и документирования	Приборы ночного видения, скрытые фото- и телекамеры
3	Специальные технические средства для негласного прослушивания телефонных переговоров	Средства подключения к проводным телефонным линиям, средства автоматического анализа телефонных переговоров, средства многоканальной записи переговоров, средства перехвата радиотелефонных переговоров
4	Специальные технические средства для негласного перехвата и регистрации информации с технических каналов связи	Средства перехвата информации с разнообразных технологических каналов связи
5	Специальные технические средства для негласного контроля почтовых сообщений и отправлений	Инструменты для вскрытия конвертов и их последующего восстановления, средства для преодоления защиты конверта, маркерная техника
6	Специальные технические средства для негласного исследования предметов и документов	Техника для фиксации и изъятия следов, техника дактилоскопирования, газоанализаторы, радиометры и др.
7	Специальные технические средства для негласного проникновения и обследования помещений, транспортных средств и других объектов	Эндоскопы для осмотра механических замков через скважину, средства акустической и виброакустической диагностики сейфовых замков, устройства электромагнитной диагностики электромеханических кодовых замков
8	Специальные технические средства для негласного контроля за перемещением транспортных средств и других объектов	Радиомаяки, маяки GPS/ГЛОНАСС
9	Специальные технические средства для негласного получения (изменения, уничтожения) информации с технических средств ее хранения, обработки и передачи	Специальные радиопередатчики (закладки), технические средства перехвата побочных излучений компьютера, специальные средства копирования или уничтожения информации, хранящейся на жестком диске
10	Специальные технические средства для негласной идентификации личности	Анализаторы стресса, полиграфы, устройства для медико-биологического и биохимического мониторинга личности, идентификаторы голоса, почерка, отпечатков пальцев и др.

Отдельно отметим, что понятие «электронное устройство, предназначенное для негласного получения информации» определено в статье 2 постановления Правительства Российской Федерации от 16.04.2012 г. № 314¹ «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по выявлению электронных устройств, предназначенных для негласного получения информации (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)».

В соответствии с данным Положением, электронное устройство, предназначенное для негласного получения информации, — это «специально изготовленное изделие, содержащее электронные компоненты, скрытно внедряемое (закладываемое или вносимое) в места возможного съема защищаемой акустической речевой, визуальной или обрабатываемой информации (в том числе в ограждения помещений, их конструкции, оборудование, предметы интерьера, а также в салоны транспортных средств, в технические средства и системы обработки информации)»².

Данное определение относится только к электронным устройствам, предназначенным для негласного получения информации, не охватывает класс неэлектронных специальных технических средств негласного получения информации, а также не определяет их отличие от бытовых устройств.

Этот пробел был устранён с принятием федерального закона от 02.08.2019 г. № 308-ФЗ «О внесении изменения в статью 138.1 Уголовного кодекса Российской Федерации»³. В соответствии с приведенным выше законом, статья 138.1 «Незаконный оборот специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации» Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации была дополнена двумя примечаниями⁴:

1. Под специальными техническими средствами, предназначенными для негласного получения информации, в настоящем Кодексе понимаются приборы, системы, комплексы, устройства, специальные инструменты для проникновения в помещения и (или) на другие объекты и программное обеспечение для электронных вычислительных машин и других электронных устройств для доступа к информации и (или) получения информации с технических средств ее хранения, обработки и (или) передачи, которым намеренно приданы свойства для обеспечения функции скрытого получения информации либо доступа к ней без ведома ее обладателя.

2. К специальным техническим средствам, предназначенным для негласного получения информации, не относятся находящиеся в свободном обороте приборы, системы, комплексы, устройства, инструменты бытового назначения, обладающие функциями аудиозаписи, видеозаписи, фотофиксации и (или) геолокации, с открыто расположенными на них органами управления таким функционалом или элементами индикации, отображающими режимы их использования, или наличием на них маркировочных обозначений, указывающих на их функциональное назначение, и программное обеспечение с элементами индикации, отображающими режимы его использования и указывающими на его функциональное назначение, если им преднамеренно путем специальной технической доработки, программирования или иным способом не приданы новые свойства, позволяющие с их помощью получать и (или) накапливать информацию, составляющую личную, семейную, коммерческую или иную охраняемую законом тайну, без ведома ее обладателя.

Таким образом, изменения, внесенные в статью 138.1 УК РФ «Незаконный оборот специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации», не только устанавливают четкое определение понятия «специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации», но и предлагают критерий, позволяющий однозначно определить принадлежность устройства к классу специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации.

¹ URL:<https://base.garant.ru/70164730/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_330689/ (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 г. № 174-ФЗ (ред. от 01.07.2021, с изм. от 23.09.2021). URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/ (дата обращения: 01.03.2023).

6.2. ПОНЯТИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ФИКСАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

К техническим средствам фиксации информации, используемым в органах внутренних дел, относятся технические средства оперативного наблюдения и разведки, предназначенные для расширения физических возможностей органов зрения наблюдателя при решении задач оперативно-служебной деятельности в целях наблюдения за лицами, представляющими оперативный интерес и документирования их преступной деятельности.

Технические средства оперативного наблюдения и разведки, применяемые в органах внутренних дел, можно классифицировать в зависимости от их принципа действия, диапазона длин волн, назначения или типа устройства. Обобщенная классификация технических средств оперативного наблюдения и разведки представлена в таблице 6.3¹.

Таблица 6.3

**Обобщенная классификация технических средств
оперативного наблюдения и разведки**

Критерий классификации	Виды технических средств оперативного наблюдения и разведки
По принципу работы	Оптико-механические приборы
	Оптико-электронные приборы
По диапазону волн	Видимого диапазона
	Инфракрасного диапазона
По типу устройства	Монокюляры
	Бинокюляры
	Псевдобинокуляры
	Перископы
	Эндоскопы
	Системы видеонаблюдения

Классификация по критерию типа устройства подразделяет средства наблюдения на подклассы, соответствующие особенностям конструкции, а именно на монокюляры, бинокюляры, псевдобинокуляры, перископы, эндоскопы и системы видеонаблюдения. В отличие от классификации по принципу работы и диапазону волн, данная классификация является достаточно однозначной и не подразумевает наличия неоднозначного деления на подклассы.

По принципу работы все средства наблюдения можно разделить на две большие группы: оптико-механические и оптико-электронные приборы. Конструкция оптико-механических приборов в основе своей состоит из системы линз и (или) зеркал и других элементов, преобразующих свет по законам геометрической оптики. Как технические средства они применяются для наблюдения объектов в видимом диапазоне. В этих приборах не происходит преобразования видимого света в какие-либо другие виды энергии.

Оптико-механические средства оперативного наблюдения могут включать в свою конструкцию и некоторые электронные системы (отображения дополнительной информации, стабилизации изображения и др.), а приборы, относимые к оптико-электронным средствам наблюдения, всегда имеют оптико-механические элементы. К оптико-механическим приборам относятся телескопы, бинокли, перископы, эндоскопы, оптические прицелы и т. п.

По диапазону длин волн, в котором человек способен вести наблюдение при помощи данных приборов, все средства наблюдения можно разделить на приборы видимого диапазо-

¹ Специальная техника органов внутренних дел. Использование средств оперативного наблюдения в борьбе с преступностью : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 031001.65, 030505.65 «Правоохранительная деятельность». – Саратов : Саратовский госуд. соц.-экономич. ун-т, 2012. — 88 с. С. 5.

на, применяющиеся для наблюдения в дневное время, и приборы, при помощи которых можно наблюдать объекты в инфракрасном диапазоне, к которым относятся приборы ночного видения, тепловизоры и многоспектральные приборы.

Следует отметить, что не всегда удастся провести четкую границу между группами приборов, основываясь на данном признаке классификации, поскольку, например, оптико-механические приборы, применяемые для наблюдения в дневное время, могут успешно применяться и для наблюдения ночью, а современные видеокамеры способны воспринимать изображение объектов при низких уровнях освещенности, т. е. выполнять функции приборов ночного видения¹. Тем не менее, именно классификация по диапазону длин волн представляется наиболее рациональным базисом для изложения материала в данной главе.

6.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОГО НАБЛЮДЕНИЯ И РАЗВЕДКИ ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА

Приборы наблюдения и разведки видимого диапазона активно используются в органах внутренних дел для расширения возможностей зрительного аппарата человека по выявлению и фиксации визуальной информации об удаленном контролируемом объекте в условиях достаточной освещенности.

Конструктивно основой большинства приборов наблюдения и разведки видимого диапазона является простейшая телескопическая система, содержащая две линзы. Линза, обращенная к рассматриваемому предмету, называется объективом, а обращенная к глазу наблюдателя, называется окуляром. Установка линз осуществляется так, чтобы задний фокус объектива был совмещен с передним фокусом окуляра.

Глаз человека является приемником электромагнитных волн видимого диапазона, в качестве коротковолновой границы которого принимают участок 380–400 нм (790–750 ТГц), а в качестве длинноволновой — 760–780 нм (до 810 нм) (395–385 ТГц)². Как и любой другой приемник электромагнитных волн, глаз обладает определенными характеристиками. Такими характеристиками являются чувствительность глаза к свету и разрешающая способность.

Способность раздельного видения двух близко расположенных мелких деталей, штрихов и т. п. называют разрешающей способностью глаза. Разрешающая способность глаза характеризуется углом разрешения — наименьшим углом между направлениями от глаза наблюдателя на две детали объекта, при котором эти детали видны раздельно.

Существенным фактором является освещенность наблюдаемого объекта. При недостаточной освещенности (в сумерки, в лунные ночи, ночью на улицах и площадях населенных пунктов при искусственном освещении) разрешающая способность глаза наблюдателя значительно ухудшается. Яркость освещенного объекта и контраст между объектом и фоном также влияют на разрешающую способность глаза наблюдателя.

6.3.1. Бинокли

Классический бинокль представляет собой оптико-механический прибор, состоящий из двух параллельно расположенных монокуляров, соединенных одной общей осью, что позволяет изменять расстояние между окулярами в соответствии с расстоянием между зрачками глаз наблюдателя. Монокуляры соединены между собой шарниром так, что при вращении вокруг шарнирной оси оптические оси их и ось шарнира всегда параллельны между собой.

В основу создания оптико-механических приборов были положены рассмотренные выше особенности зрения человека. Приборы формируют изображение удаленного объекта и помещают его перед глазом наблюдателя таким образом, что глаз видит его под большим углом зрения. Возникает эффект «приближения» наблюдаемого объекта, он увеличивается в размерах. При этом увеличиваются и углы, под которыми глаз видит детали объекта, что позволяет лучше их рассмотреть.

Любой оптико-механический прибор, используемый для наблюдения, состоит из трех основных частей: объектива, оборачивающей системы и окуляра. Объектив формирует

¹ Там же.

² Сайт Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Видимое_излучение (дата обращения: 01.03.2023).

уменьшенное и перевернутое изображение наблюдаемого объекта. Оборачивающая система переворачивает это изображение так, чтобы оно приняло обычное положение, наблюдаемое невооруженным глазом. Окуляр позволяет рассматривать полученное изображение под большим углом зрения, вследствие чего наблюдаемый объект кажется приближенным и увеличенным в размерах.

Таким образом, оптико-механические приборы позволяют улучшить разрешающую способность глаза наблюдателя. Но при этом ухудшаются показатели световой и цветовой чувствительности зрительного аппарата вследствие потерь энергии светового потока, идущего от объекта наблюдения к глазу наблюдателя за счет поглощения и отражения в линзах и других оптических элементах приборов. Эффективность применения оптико-механических приборов во многом зависит от их характеристик.

Одной из наиболее важных характеристик любого оптико-механического прибора является увеличение (или кратность). Увеличением прибора называется отношение угла, под которым изображение объекта наблюдается в прибор, к углу, под которым этот же объект виден невооруженным глазом:

$$Q = \frac{\beta}{\alpha},$$

где Q — увеличение (кратность) прибора; β — угол, под которым изображение объекта видно в прибор; α — угол, под которым объект виден невооруженным глазом. Увеличение прибора измеряется в размах или кратях.

Другой важной эксплуатационной характеристикой оптического прибора является поле зрения. Полем зрения считается часть пространства, наблюдаемая в прибор без его перемещения. Эта характеристика измеряется в линейных и угловых единицах. Линейное поле зрения — это ширина сектора наблюдения, видимого в прибор на удалении 1 000 м от наблюдателя. Измеряется в метрах. Угол поля зрения — это угол с вершиной в точке нахождения наблюдателя с оптическим прибором, в пределах которого можно вести наблюдение, не перемещая прибор. Измеряется в градусах. Поле зрения оптико-механических приборов обратно пропорционально увеличению этих приборов: чем больше увеличение, тем меньше поле зрения.

Следующей характеристикой оптико-механических приборов является светосила. Светосила прибора определяется количеством световой энергии, проходящей через его оптическую систему и доходящей до глаза наблюдателя. В частности, светосила прибора зависит от диаметра объектива. Чем он больше, тем больше световой энергии может поступить к глазу наблюдателя. В условиях слабой освещенности объектов лучшие результаты при наблюдении за ними могут быть получены с помощью оптических приборов большой светосилы (имеющих линзы объектива большого диаметра).

Разрешающая способность оптического прибора — характеристика, определяющая возможность видеть и различать с помощью этого прибора мельчайшие детали объекта. Разрешающая способность измеряется количеством чередующихся черных и белых линий, наблюдаемых раздельно с использованием прибора на 1 мм специальной таблицы (миры). Чем больше это число, тем большей разрешающей способностью обладает прибор, что обеспечивает выявление на наблюдаемом объекте множества мелких деталей.

Оптико-механические приборы, используемые в органах внутренних дел, в зависимости от устройства и предназначения делятся на 3 группы:

- монокулярные приборы;
- биноклярные приборы;
- перископические приборы.

Преимуществом биноклей перед другими оптико-механическими приборами является стереоскопичность наблюдения, при которой сохраняется возможность оценивать расстояние между объектами в глубину. Кроме того, в поле зрения многих биноклей имеется угловая сетка, позволяющая измерять расстояние до наблюдаемых объектов.

Для ведения наблюдения с движущегося объекта, такого как автомобиль, катер, вертолет или другого транспортного средства используются бинокли со стабилизацией изображения. Для предотвращения размытия изображения вследствие вибрации платформы, на ко-

торой находится наблюдатель, данный класс биноклей оснащен системой стабилизации изображения, которая позволяет компенсировать поворот продольной оси прибора на угол не более $4-6^\circ$.

Все виды биноклей маркируются. В условные обозначения модели бинокля входят тип, исполнение, кратность и диаметр объектива. Маркировка включает несколько букв, которые несут определенную информацию о конструкции бинокля. Первая буква Б означает бинокль; второй буквой могут быть Г — собранный по схеме Галилея; П — призмennyй, К — компактный (чаще всего с roof-призмами). Третья и последующие буквы дают биноклю дополнительную характеристику: П — полевой; Т — театральный; С — спортивный; Б — с большим увеличением; В — с высокой светосилой; Ц — с центральной фокусировкой; Ф — с внутренней фокусировкой; Ш — широкоугольный, О — с вынесенным выходным зрачком для наблюдения в очках.

Бинокли широкоугольные БШ2 8х40, БШ2 20х50¹

Бинокли широкоугольные БШ2 8х40, БШ2 20х50 (рис. 6.1) предназначены для ведения наблюдения за удаленными предметами, отыскания и изучения целей, а также ориентации на местности. Бинокли широкоугольные БШ2 8х40, БШ2 20х50 являются примером классического оптико-механического прибора, состоящего из двух монокуляров и предназначенного для ведения наблюдения в видимом диапазоне. Данные бинокли имеют индивидуальную фокусировку, широкоугольные окуляры, хорошее уплотнение от попадания влаги и пыли.



Рис. 6.1. Бинокли широкоугольные БШ2 8х40, БШ2 20х50

¹ Сайт производителя ОАО «Загорский оптико-механический завод». URL: http://zomz.ru/production/catalog/?SECTION_ID=36 (дата обращения: 01.03.2023).

Технические характеристики биноклей широкоугольных БШ2 8х40, БШ2 20х50 представлены в таблице 6.4¹.

Таблица 6.4

Технические характеристики биноклей широкоугольных БШ2 8х40, БШ2 20х50

Характеристики	БШ2 8х40	БШ2 10х50
Увеличение,	8 крат	10 крат
Угловое поле зрения, град	8,8°	6,8°
Линейное поле зрения на удалении 1 000 м	154 м	118 м
Диаметр выходного зрачка	5 мм	
Удаление выходного зрачка	17 мм	16,5 мм
Предел разрешения в центральной части поля зрения в каждой трубке, не более	5''	4''
Межзрачковое расстояние	56–74 мм	
Диапазон рабочих температур	+50°С	
Диапазон диоптрийной регулировки	+5 дптр	
Габаритные размеры	150х60х180 мм	194х65х185 мм
Масса	0,880 кг	1,0 кг

Бинокли со стабилизацией изображения БКС 20х50М, БКС 25х55²

Бинокли большого увеличения со стабилизацией изображения БКС 20х50М и БКС 25х55 (рис. 6.2) предназначены для ведения визуального наблюдения удаленных объектов в сложных условиях как с рук, так и с подвижного основания, в том числе с авто- и бронетехники, плавсредств, вертолетов и других транспортных средств, а также при наличии нестабильной опоры или в условиях вибрации.

Данные бинокли также относятся к оптико-механическим приборам видимого диапазона, но имеют более сложную конструкцию. В отличие от биноклей БШ2 8х40, БШ2 20х50, бинокли БКС 20х50М и БКС 25х55 оснащены уникальным механизмом стабилизации изображения, с помощью которого компенсируются колебания визирной оси, возникающие во время наблюдения при механическом воздействии на бинокль вследствие тремора рук или работы на подвижном основании. Угол коррекции колебаний корпуса составляет +6°. Система стабилизации изображения обеспечивает четкость изображения и комфортность наблюдения даже при работе с вертолета, катера или другого транспортного средства.

¹ Там же.

² Там же.



Рис. 6.2. Бинокли большого увеличения со стабилизацией изображения БКС 20х50М и БКС 25х55

Отдельно следует отметить, что для функционирования механизма стабилизации изображения не требуется источник питания, так как инерционная механическая система стабилизации включается путём изменения положения рычажка, расположенного в нижней части корпуса.

Российский бинокль со стабилизацией изображения БКС 20х50 по своим техническим характеристикам является одним из лучших в мире в своем классе. Основные технические характеристики биноклей большого увеличения со стабилизацией изображения БКС 20х50М и БКС 25х55 приведены в таблице 6.5¹.

¹ Сайт производителя ОАО «Загорский оптико-механический завод». URL: http://zomz.ru/production/catalog/?SECTION_ID=36 (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.5

**Основные технические характеристики биноклей большого увеличения
со стабилизацией изображения БКС 20х50М и БКС 25х55**

Характеристика	БКС 20х50М	БКС 25х55
Увеличение	20 крат	25 крат
Угловое поле зрения	3,2°	2,7°
Разрешающая способность	3,6 угл. с	3,0 угл. с
Угол коррекции колебаний корпуса	±5,0 угл. град	±5,0 угл. град
Дистанция фокусировки	от 10 м. до ∞	от 15 м. до ∞
Диапазон регулировки межцентрового расстояния окуляров	56... 74 мм	56... 74 мм
Диапазон диоптрийной регулировки окуляров	±5 дптр.	±5 дптр.
Удаление выходного зрачка	11 мм	11 мм
Интервал рабочей температуры	от -40 до +60 °С	от -40 до +60 °С
Габаритные размеры	209х155х63 мм	225х170х78 мм
Масса	не более 1,3 кг	не более 1,5 кг

Бинокли большого увеличения со стабилизацией изображения БКС 20х50М и БКС 25х55 не создают акустических шумов во время работы, не отвлекают и не демаскируют наблюдателя. Конструкция биноклей выполнена в ударопрочном пластиковом корпусе, хорошо защищена от механических повреждений, пыли и влаги. Ребристые вставки из резины по бокам корпуса обеспечивают удобное удержание и надёжный хват во время наблюдения или транспортировки. Кроме того пользователь имеет возможность настроить прибор под базу глаз, а также выполнить точную настройку резкости благодаря системе отдельной фокусировки и диоптрийную коррекцию.

Отметим, что применение оптико-механических средств наблюдения ограничено определенными особенностями, связанными с биологическим строением человеческого глаза, механизмом распространения электромагнитных волн видимого диапазона и оптическим элементом, входящим в состав конструктивных элементов прибора.

Глаз человека воспринимает только ограниченный диапазон электромагнитных волн, который называется видимым или оптическим диапазоном. При этом восприятие электромагнитного излучения, относящегося к видимому диапазону, зависит от уровня интенсивности излучения. Другими словами, для восприятия человеческим глазом объект должен быть хорошо освещен. Одним из недостатков оптики является то обстоятельство, что значительная часть падающего на объектив светового потока теряется при отражении и поглощении линзами и призмами. До глаза наблюдателя доходит лишь часть (примерно 60 %) этого потока. Кроме того, волны видимого диапазона, в отличие от волн дальнего инфракрасного диапазона, не могут проникать сквозь препятствия.

По причинам, перечисленным выше, наблюдение с помощью оптико-механических приборов в условиях недостаточной освещенности или при наличии помех в виде дыма, пыли, тумана, сильного снегопада затруднено. Поэтому их применение ограничивается наличием хорошей естественной или искусственной освещенности объекта наблюдения и отсутствием помех на пути распространения световых волн от этого объекта к глазу наблюдателя.

В условиях, когда оптико-механические приборы вследствие своих особенностей не в состоянии обеспечить наблюдение, решение задач, возложенных на наблюдателя, может быть обеспечено путём использования оптико-электронной техники, функционирующей как в видимом диапазоне, так и в различных поддиапазонах инфракрасного диапазона спектра электромагнитных колебаний.

Технические средства оперативного наблюдения и разведки инфракрасного диапазона будут подробно рассмотрены в пункте 6.4 данной главы. В силу технической сложности и важности с оперативной точки зрения основной акцент будет сделан именно на анализе

технических средств наблюдения и разведки инфракрасного диапазона, таких как приборы ночного видения и тепловизоры.

Применение технических средств наблюдения и разведки видимого диапазона основано на взаимодействии электромагнитных волн оптического (видимого) диапазона с материалами, чувствительными к этому диапазону. Благодаря использованию матрицы с высокими показателями чувствительности, оптико-электронные приборы способны частично преодолеть ограничения, связанные с уровнем освещенности объекта. Кроме того, оптико-электронные средства наблюдения способны обеспечить сохранение на носитель полученной визуальной динамической или статической информации в цифровом виде.

К оптико-электронным техническим средствам оперативного наблюдения и разведки видимого диапазона могут быть отнесены современные цифровые видеокамеры и другие устройства, содержащие конструктивные элементы, основным назначением которых является преобразование электромагнитного излучения видимого спектра в электрический сигнал с последующей записью на носитель и отображением на дисплее.

6.3.2. Видеокамеры

Классическим оптико-электронным техническим средством оперативного наблюдения и разведки видимого диапазона является портативная видеокамера. Одним из наиболее перспективных образцов современных видеокамер, соответствующих не только техническим требованиям, но и специфике работы подразделений органов внутренних дел, является видеокамера Sony PXW-FX9T с дополнительным периферийным оборудованием.

Видеокамера Sony PXW-FX9T^{1,2,3}

Видеокамера Sony PXW-FX9T представляет собой полнокадровую камеру с матрицей 6K, быстрой гибридной автофокусировкой, двойным ISO и технологией цветопередачи S-Cinetone. Данная видеокамера способна в корне изменить работу подразделений органов внутренних дел благодаря эргономичности и улучшенной технологии съемки на ходу. Первый в мире полнокадровый нейтральный фильтр переменной плотности расширяет возможности съемки при разном освещении, что очень влияет на качество получаемого видео в ходе проведения оперативно-розыскных мероприятий. Внешний вид видеокамеры Sony PXW-FX9 представлен на рисунке 6.3.



Рис. 6.3. Внешний вид видеокамеры Sony PXW-FX9T

¹ Никишкин А. В., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективных средств фиксации видео и аудиоинформации в подразделениях органов внутренних дел // Информатизация и связь. 2022. № 4. С. 18–23.

² Профессиональные продукты Sony. URL: https://pro.sony/ru_RU/products/handheld-camcorders/pxw-fx9. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Там же.

Встроенные модули Wi-Fi и 12G-SDI поддерживают расширенные рабочие процессы, в то время как дополнительный блок расширения XDCA-FX9 предоставляет еще больше возможностей для работы с PXW-FX9. Внешний вид блока расширения XDCA-FX9 представлен на рисунке 6.4.



Рис. 6.4. Блок расширения XDCA-FX9

Видеокамера Sony PXW-FX9T с полнокадровой матрицей Exmor R 6K позволит получить изображения непревзойденного качества. Видеокамера FX9 предлагает исключительные 15+ ступеней динамического диапазона (за гранью нормального человеческого восприятия), чтобы сотрудники, которые ведут наблюдение, могли получать изображение в наилучшем качестве уже на этапах цветокоррекции и постпроизводства. Сотрудники, задействованные для получения оперативно-значимой информации, находясь на посту, могут сосредоточиться на нужной сцене и не беспокоиться о качестве съемки, поскольку видеокамера FX9 запечатлеет все тонкости и детали благодаря функции внутренней 10-разрядной записи в разрешении 4K с дискретизацией 4:2:2 или 16-разрядной записи в формате RAW с помощью внешнего рекордера. На этапе цветокоррекции есть возможность подобрать цвета и создать окончательный вариант изображения, соответствующий реальной обстановке.

Усовершенствованный и быстрый гибридный автофокус видеокамеры позволяет произвести точное отслеживание интересующего объекта. Видеокамера Sony PXW-FX9T обладает настраиваемыми параметрами автофокусировки. Видеокамера обеспечивает семь уровней скорости автофокусировки — от быстрой, когда переключение фокуса между объектами происходит с максимальной скоростью, до медленной, когда скорость снижается для съемки в более сдержанном стиле, например для фиксации лица человека или государственного номера транспортного средства (рис. 6.5)¹.

¹ Никишкин А. В., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективных средств фиксации видео- и аудиоинформации в подразделениях органов внутренних дел. Там же.

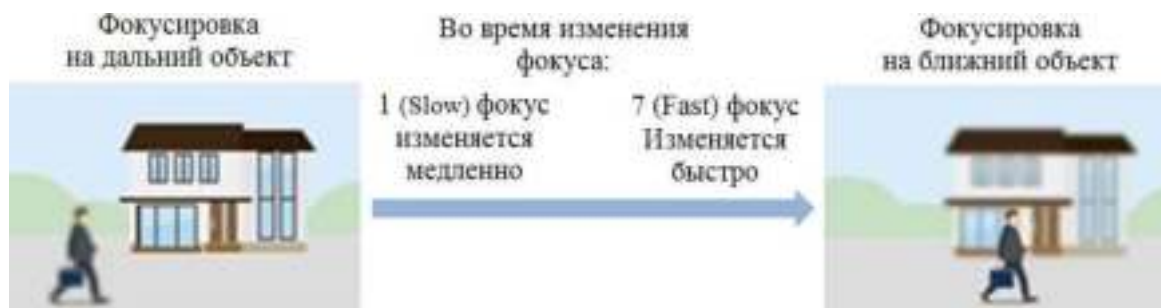


Рис. 6.5. Семь уровней скорости автофокусировки

Кроме того, Sony PXW-FX9T позволяет выбрать из пяти уровней чувствительности автофокусировки к смене местоположения объекта в диапазоне от фиксированной автофокусировки, когда в фокусе находится только один движущийся объект, в то время как остальные система игнорирует, до чувствительной, которая изображена на рисунке 6.6¹.

В данном случае фокус переключается с одного объекта на другой. Чувствительная автофокусировка идеально подходит для съемки проезжающих мимо автомобилей на большой скорости (равной скорости гоночного автомобиля). В видеокамере предусмотрена автофокусировка с байонетами «Е». Благодаря удобному рычагу блокировки байонета «Е» сотрудник сменного наряда может быстро и легко заменить объектив прямо на посту. К тому же, рычаг обеспечивает прочную фиксацию и надежное крепление больших объективов.

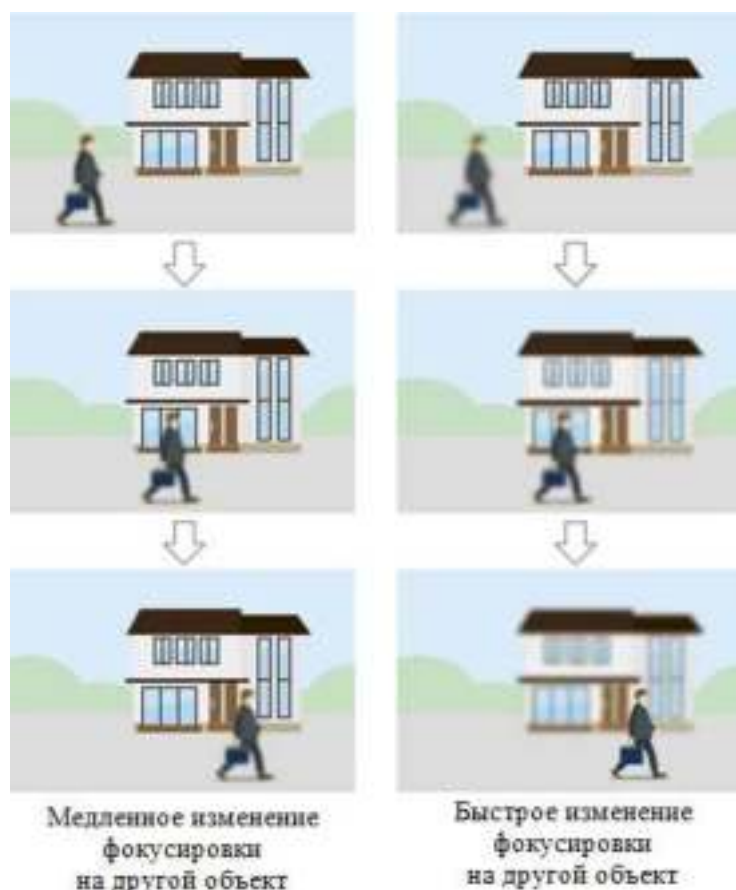


Рис. 6.6. Пять уровней чувствительности автофокусировки

Кроме того, с помощью видеокамеры Sony PXW-FX9T можно получать качественное видео при любом освещении благодаря двойному ISO. Видеокамера FX9 с чувствительностью ISO 800 обеспечивает оптимальный динамический диапазон для съемки видео как на улице, так

¹ Там же.

и в помещении. Вспомогательное высокое базовое значение ISO равняется 4 000 и отлично подходит для съемки в условиях низкой освещенности, например ранним утром или поздним вечером, а также обеспечивает великолепное качество изображения. ISO 4 000 следует выбирать при использовании малосветосильных объективов. Сочетание двойного ISO с электронным нейтральным фильтром переменной плотности позволяет справиться со всеми поставленными задачами по получению качественного видео при практически любых условиях съемки благодаря чувствительности к меняющимся условиям нового поколения.

Новая технология цветопередачи S-Cinetone в видеокамере Sony PXW-FX9T учитывает до мелочей все требования современного видеопроизводства, сохраняя богатый спектр насыщенных цветов, а также передавая плавные и мягкие оттенки лица, что немаловажно при розыске подозреваемых лиц. С технологией S-Cinetone контент не теряет красочность, сохраняет свежесть и яркость, так что его можно использовать без дополнительной обработки. Кроме того благодаря мощному полнокадровому сенсору записываются значения динамического диапазона, поэтому всегда есть возможность улучшить качество на этапе постпроизводства.

В видеокамере Sony PXW-FX9T реализована возможность записи 16-разрядного сигнала в формате RAW и предусмотрена возможность съемки с рук без дрожания камеры. Качество съемки с рук можно изменить благодаря программному обеспечению Catalyst Browse / Catalyst Prepare от Sony (требуется программное обеспечение Catalyst Browse или Catalyst Prepare версии Ver.2019.2.) на этапе постпроизводства таким образом, что видео будет выглядеть, будто его сняли с использованием стабилизирующего подвеса.

В отличие от стабилизации, встроенной в камеру или объектив, гироскоп, которым оснащена камера FX9, создает метаданные, позволяющие корректировать уровень компенсации дрожания и разрешение обрезанных кадров в 4K. Также видеокамера Sony FX9 поддерживает внутреннюю стандартную связь по Wi-Fi на частоте 5 и 2,4 ГГц. Данная функция открывает широкие возможности беспроводного производства и практически мгновенной передачи оперативно значимой информации на приемный пункт для ее обработки.

В качестве примера практического применения видеокамеры Sony PXW-FX9T можно привести видеоматериал, отснятый с максимальным и минимальным зумом на удалении до объекта от 500 до 1 000 м с объективом 600 мм (рис. 6.7, 6.8)¹.



Рис. 6.7. Скриншот видеоматериала, отснятого при минимальном зуме

¹ Никишкин А. В., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективных средств фиксации видео и аудиоинформации в подразделениях органов внутренних дел. Там же.



Рис. 6.8. Скриншот видеоматериала, отснятого при максимальном зуме

Результаты обработки отснятого материала показывают, что применение видеокамеры Sony PXW-FX9T в работе подразделений органов внутренних дел позволит значительно повысить качество оперативно значимой информации, оперативность ее обработки и передачи заинтересованным лицам.

6.4. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОГО НАБЛЮДЕНИЯ И РАЗВЕДКИ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Как было отмечено выше, при применении технических средств оперативного наблюдения и разведки видимого диапазона необходимо учитывать ограничения, связанные со строением человеческого глаза, механизмом распространения электромагнитных волн видимого диапазона и оптикой. Возможности человеческого глаза могут быть значительно расширены благодаря использованию технических средств оперативного наблюдения и разведки, способных воспринимать невидимое для человека электромагнитное излучение инфракрасного спектра. Спектры электромагнитного излучения видимого и инфракрасного диапазонов представлены на рисунке 6.9¹.

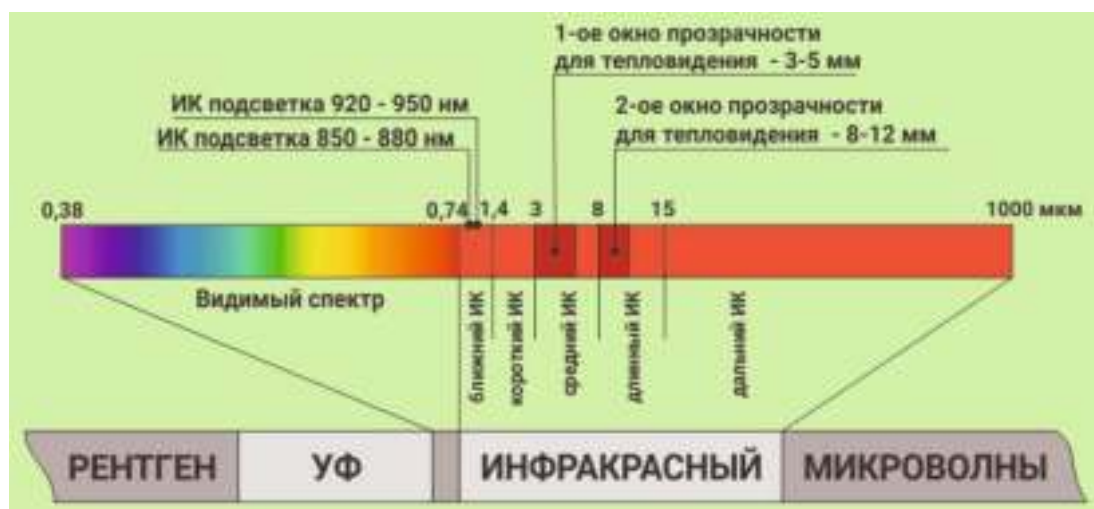


Рис. 6.9. Спектры видимого и инфракрасного диапазонов

¹ По материалам сайта. URL: <https://msmetall.ru/metallООbrabotka/chto-izmeryaet-teplovizor.html> (дата обращения: 01.03.2023).

Непосредственное восприятие света человеком обусловлено действием световой энергии, поглощаемой чувствительными элементами глаза. При этом человеческий глаз способен воспринимать лишь незначительную часть электромагнитных волн, так называемый оптический, или видимый, диапазон. Аналогичное явление имеет место и в любом приемнике, способном реагировать на свет: фотоэлементе, термоэлементе, фотопластинке и фотопленке, приборе с зарядовой связью и т. д. При этом некоторые материалы способны реагировать на электромагнитные волны инфракрасного диапазона.

Для понимания принципа работы технических средств оперативного наблюдения и разведки инфракрасного диапазона, таких как прибор ночного видения и тепловизор, важно отметить отличие механизмов распространения электромагнитных волн в ближнем инфракрасном поддиапазоне от механизма распространения в средневолновом и длинноволновом поддиапазонах.

В ближнем инфракрасном диапазоне регистрируется отраженное от объектов излучение ближнего инфракрасного диапазона с длинами волн 850–950 нм, источником которого, как правило, является инфракрасный прожектор прибора ночного видения. В этом диапазоне работает прибор ночного видения.

В средневолновом (Mid-wavelength infrared) и длинноволновом (Long-wavelength infrared) поддиапазонах инфракрасного диапазона все объекты с температурой выше абсолютного нуля (-273°C) излучают электромагнитное тепловое излучение в соответствии с законом Планка. При этом длина волны собственного электромагнитного излучения объектов становится тем меньше, чем выше температура объекта. Тепловое свечение объектов с температурой около тысячи градусов и выше видно невооруженным глазом. Для предметов, близких к температуре окружающей среды (от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$) длины волн в максимумах теплового излучения приходятся на диапазон длин волн от 8 до 15 мкм. Тело человека при нормальной температуре имеет наибольшую энергию излучения на частоте около 10 мкм.

В этом диапазоне работает тепловизор, который, в отличие от прибора ночного видения регистрирует не отраженное инфракрасное излучение ближнего диапазона, а собственное тепловое излучение объектов в средневолновом и длинноволновом поддиапазонах инфракрасного диапазона. Также стоит отметить, что электромагнитное излучение, относящееся к данным поддиапазонам, имеет свойство проникать сквозь некоторые препятствия, например сквозь листву, непреодолимые для электромагнитного излучения видимого и инфракрасного ближнего диапазонов.

Подробная схема деления инфракрасного диапазона на поддиапазоны представлена в таблице 6.6¹.

Таблица 6.6

Схема деления инфракрасного диапазона на поддиапазоны

Аббревиатура	Длина волны	Энергия фотонов	Характеристика
Near-infrared, NIR	0,75–1,4 мкм	1,7–0,9 эВ	Ближний ИК, ограниченный с одной стороны видимым светом, с другой — прозрачностью воды, значительно ухудшающейся при 1,45 мкм. В этом диапазоне работают широко распространенные инфракрасные светодиоды и лазеры для систем волоконной и воздушной оптической связи. Видеокамеры и приборы ночного видения на основе ЭОП также чувствительны в этом диапазоне

¹ Инфракрасное излучение. Материал из Википедии. URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/ Инфракрасное_излучение#cite_note-Burnes-6](https://ru.wikipedia.org/wiki/Инфракрасное_излучение#cite_note-Burnes-6) (дата обращения: 01.03.2023).

Аббревиатура	Длина волны	Энергия фотонов	Характеристика
Short-wavelength infrared, SWIR	1,4–3 мкм	0,9–0,4 эВ	Поглощение электромагнитного излучения водой значительно возрастает при 1450 нм. Диапазон 1530–1560 нм преобладает в области дальней связи
Mid-wavelength infrared, MWIR	3–8 мкм	400–150 мэВ	В этом диапазоне начинают излучать тела, нагретые до нескольких сотен градусов Цельсия. В этом диапазоне чувствительны тепловые головки самонаведения систем ПВО и технические тепловизоры
Long-wavelength infrared, LWIR	8–15 мкм	150–80 мэВ	В этом диапазоне начинают излучать тела с температурами около нуля градусов Цельсия. В этом диапазоне чувствительны тепловизоры
Far-infrared, FIR	15–1 000 мкм	80–1,2 мэВ	

Инфракрасное излучение по своей природе является электромагнитным излучением, занимающим область спектра электромагнитных волн между красными лучами видимого света с длиной волны 0,75 мкм и радиоизлучением с длинами волн от 1 000 мкм. Инфракрасную область спектра обычно условно разделяют на ближний поддиапазон, прилегающий к видимому диапазону, с длинами волн от 0,75 до 1,4 мкм, поддиапазон коротковолнового инфракрасного излучения с длинами волн от 1,4 до 3 мкм, поддиапазон средневолнового инфракрасного излучения с длинами волн от 3 до 8 мкм, поддиапазон длинноволнового инфракрасного излучения с длинами волн от 8 до 15 мкм и дальний поддиапазон, прилегающий к радиодиапазону, с длинами волн от 15 до 1 000 мкм.

В соответствии со стандартом Международной организации по стандартизации ISO 20473, схема деления инфракрасного диапазона на поддиапазоны выглядит проще (табл. 6.7)¹.

Таблица 6.7

**Схема деления инфракрасного диапазона на поддиапазоны
по стандарту Международной организации по стандартизации ISO 20473**

Обозначение	Аббревиатура	Длина волны, мкм
Ближний инфракрасный диапазон	NIR	0,78–3
Средний инфракрасный диапазон	MIR	3–50
Дальний инфракрасный диапазон	FIR	50–1 000

Свойство некоторых материалов преобразовывать энергию оптического и инфракрасного диапазона электромагнитных волн в электрический ток находит применение в оптико-электронных приборах, которые могут относиться к техническим средствам оперативного наблюдения и разведки инфракрасного диапазона. К оптико-электронным приборам инфракрасного диапазона, которые позволяют значительно расширить возможности человеческого глаза, могут быть отнесены приборы ночного видения, тепловизоры и мультиспектральные приборы.

6.4.1. Приборы ночного видения

Прибор ночного видения (ПНВ) может быть классифицирован как устройство, которое занимает промежуточное положение между техническими средствами оперативного наблюдения и разведки видимого диапазона и инфракрасного диапазона, поскольку способен

¹ Там же.

усиливать очень слабый, не различаемый глазом человека, видимый свет и обеспечивать ведение наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне.

Приборы ночного видения применяются при ведении ночных боевых действий, при решении задач по борьбе с вооруженными преступниками, для ведения скрытного наблюдения (разведки) в тёмное время суток на местности и в тёмных помещениях, для сбора оперативной информации, для чтения карт, для охраны объектов в условиях отсутствия освещения, а также вождения машин без использования демаскирующего света фар.

В условиях достаточного уровня естественного ночного излучения для ведения наблюдения могут использоваться пассивные ПНВ. Наблюдение в условиях отсутствия естественного ночного излучения осуществляется с помощью активных ПНВ, оснащенных искусственными источниками электромагнитных волн инфракрасного диапазона — встроенными инфракрасными фонарями. Активные ПНВ позволяют вести наблюдение в абсолютной темноте, например, при обследовании конструктивных пустот зданий и сооружений. Дальность наблюдения активных ПНВ определяется мощностью инфракрасного фонаря.

Источниками излучения, создающими естественную ночную освещенность, служат солнечный свет, отраженный от луны, свет звезд, а также свечение кислорода и азота в верхних слоях атмосферы. Например, в полнолуние величина естественной ночной освещенности составляет около 0,3 люкс, а в условиях звездной безлунной ночи — около 0,002 люкс. С уходом солнца за горизонт уменьшается не только уровень освещенности, но и изменяется спектральный состав излучения, смещающийся в ближнюю ИК-область. Для уверенного определения объекта на местности важна не только естественная ночная освещенность, но и контраст наблюдаемого объекта, который зависит от того, на каком фоне он расположен (зеленая трава, жухлая трава, черный грунт и т. д.)¹.

На рисунке 6.10 представлены графики², из которых следует, что объекты наблюдения имеют максимальный контраст с фоном в ближней ИК-области, в то время как глаз человека имеет максимальную чувствительность в зелено-желтом диапазоне.

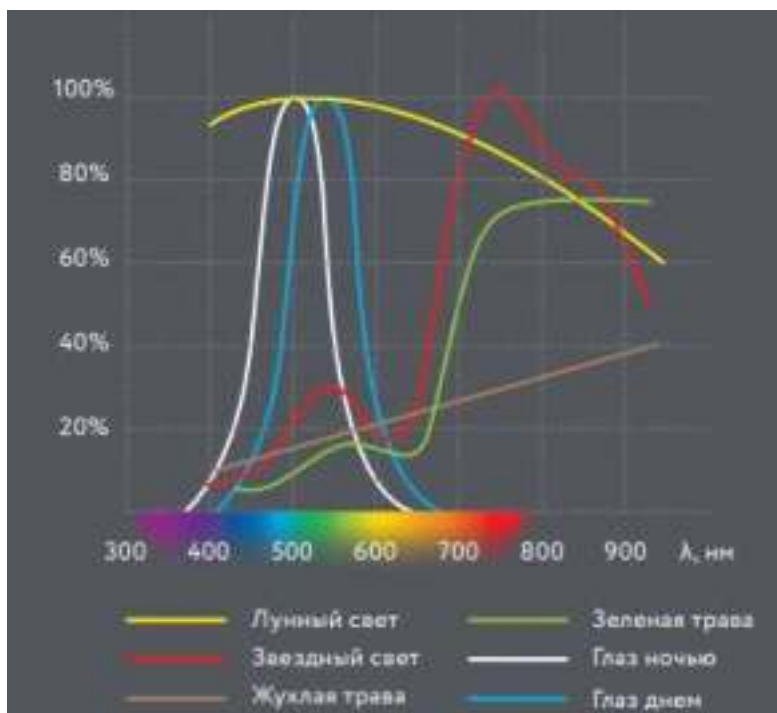


Рис. 6.10. Графики, отражающие зависимость уровня чувствительности человеческого глаза от спектрального диапазона

¹ Сайт АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Именно поэтому задачей прибора ночного видения является многократное усиление и преобразование в видимый диапазон отраженного света от наблюдаемых объектов излучения в видимой и ближней инфракрасной области спектра света.

С технической точки зрения ПНВ представляет собой оптико-электронный прибор, принцип действия которого основан на преобразовании фотонов, отраженных от объекта наблюдения, в электроны, последующем умножении электронов и обратном преобразовании в фотоны, воспринимаемые человеческим глазом. Технически данный процесс реализован с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП), который усиливает отраженные от объекта наблюдения невидимые электромагнитные волны ближнего инфракрасного диапазона в спектре длин волн от 760 до 1 000 нм, преобразует их в электрический сигнал, а затем формирует изображение, видимое для человеческого глаза, на люминесцентном экране на выходе ЭОП.

В конструкции прибора ночного видения наряду с ЭОП, который относится к электронной части прибора, принято выделять оптическую часть, в состав которой входят объектив и окуляр ПНВ. Основные элементы конструкции прибора ночного видения представлены на рисунке 6.11¹.

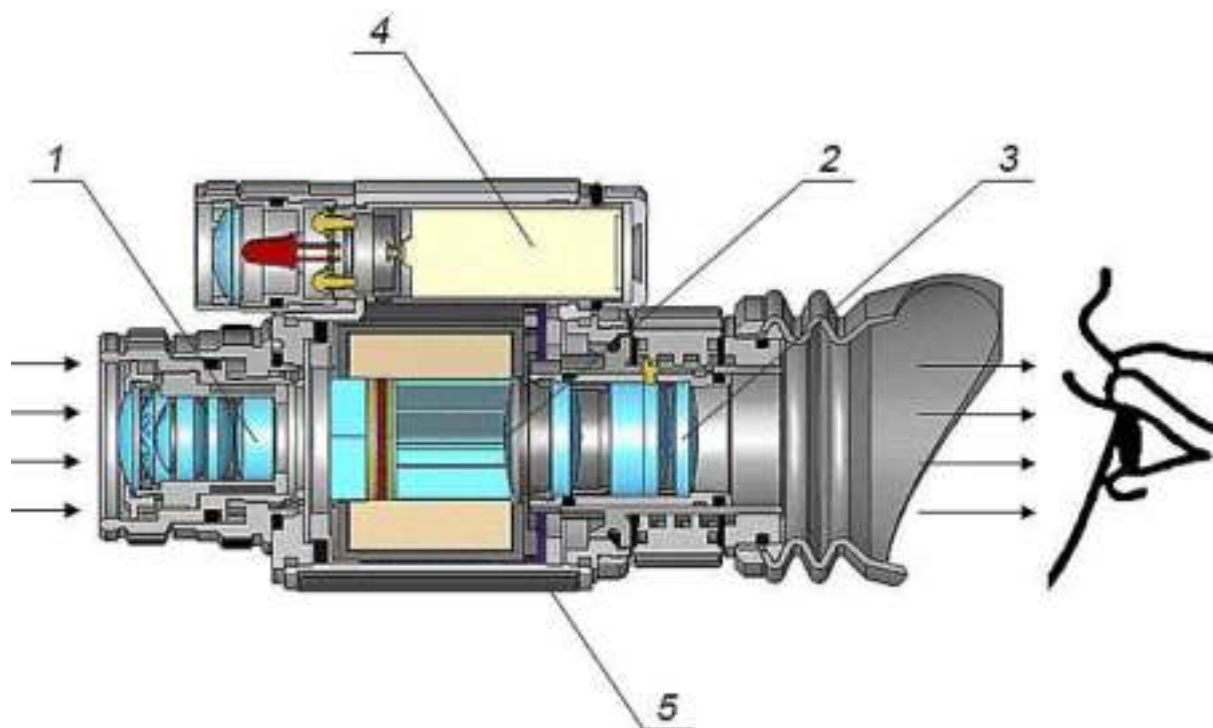


Рис. 6.11. Основные элементы конструкции прибора ночного видения

На рисунке 6.11 обозначены:

1. Входная линза прибора, через которую в прибор поступает слабое, отраженное от объекта наблюдения электромагнитное излучение видимого диапазона или отраженное излучение ближнего инфракрасного диапазона от встроенного ИК-фонаря, обозначенного на рисунке цифрой 4. Входная линза (объектив) собирает падающее на него электромагнитное излучение (свет) и фокусирует изображение объекта на фотокатоде электронно-оптического преобразователя (2), который формирует «электронное» изображение наблюдаемого объекта под воздействием слабых световых лучей. Количество электронов, испускаемых каждой точкой этого элемента, пропорционально количеству света, достигшего этой точки.

¹ Сайт компании «ALLAMMO». URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/> (дата обращения: 01.03.2023).

2. Электронно-оптический преобразователь (ЭОП) — важнейшая часть прибора ночного видения любого поколения. ЭОП имеет в своем составе фотокатод, усилитель электронных потоков (микроканальная пластина для поколения II+ и выше), люминесцентный экран и высоковольтный источник питания. Основной задачей ЭОП является преобразование отраженных от объекта наблюдения электромагнитных волн видимого или ближнего инфракрасного диапазона, сфокусированных объективом на фотокатод (вход ЭОП) в видимое изображение на люминесцентном экране прибора (выход ЭОП).

Преобразование светового потока в изображение на люминесцентном экране ЭОП, которое наблюдатель может видеть, происходит в два этапа. На первом этапе слабый световой поток преобразуется фотокатодом в поток электронов. На втором этапе многократно усиленный электронный поток бомбардирует слой люминофора, создавая тем самым усиленное изображение объекта наблюдения на люминесцентном экране ЭОП.

Высоковольтный источник питания обеспечивает высокое напряжение, необходимое для формирования между фотокатодом и люминесцентным экраном электростатического поля, предназначенного для усиления потока электронов, возникающих на выходе фотокатода.

3. Окуляр для наблюдения, предназначенный для оптического увеличения сравнительно небольшого изображения на выходе электронно-оптического преобразователя.

4. ИК-фонарь с блоком питания.

5. Корпус прибора.

Важно отметить, что рабочий спектр ПНВ в пределах ближнего инфракрасного диапазона с длинами волн от 760 до 1 000 нм для разных поколений приборов ночного видения может различаться. Кроме того, приборы ночного видения могут также формировать изображение на выходе ЭОП в условиях недостаточной освещенности при наличии очень слабого отраженного света видимого диапазона с длинами волн от 400 до 760 нм.

Поколения приборов ночного видения^{1,2,3}

Основополагающим критерием принадлежности ПНВ к тому или иному поколению является технология построения электронно-оптического преобразователя — ключевого элемента прибора ночного видения. В зависимости от конструкции ЭОП, современные приборы ночного видения принято делить на I, I+, II, II+, III, III+ и цифровое поколения.

При этом ПНВ, относящиеся к разным поколениям, существенно отличаются друг от друга по конструкции, техническим характеристикам и стоимости. Данные отличия проиллюстрированы с помощью рисунка 6.12⁴.



Рис. 6.12. Отличия в конструкции ПНВ различных поколений

¹ Сайт АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании «ALLAMMO». URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Прибор ночного видения. Материал из Википедии. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Прибор_ночного_видения (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт компании «ALLAMMO». URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/> (дата обращения: 01.03.2023).

Выбранный порядок по возрастанию соответствует качеству изображения ПНВ, которое определяется тремя важнейшими характеристиками электронно-оптического преобразователя, а именно коэффициентом усиления света, чувствительностью фотокатода и разрешением ЭОП.

Коэффициент усиления света электронно-оптического преобразователя зависит от величины усиления света в ЭОП и величины световых потерь в оптической системе. Данный коэффициент показывает, во сколько раз световой поток на выходе ЭОП, наблюдаемый в окуляре ПНВ, превышает световой поток, поступающий на вход оптической системы от объекта наблюдения. Коэффициент усиления света тем больше, чем больше чувствительность фотокатода.

Чувствительность фотокатода рассчитывается как отношение фототока к падающему световому потоку. Для измерения интегральной чувствительности фотокатода используется стандартный источник света, в роли которого выступает лампа накаливания с вольфрамовой нитью, нагретой до температуры 2 850 К. Интегральная чувствительность фотокатода измеряется в амперах на люмен.

Разрешение ЭОП характеризует способность прибора передавать мелкие детали. Разрешение измеряется в угловых секундах или в штрихах на миллиметр. Разрешение в угловых секундах определяется как наименьший угол между лучами, проведенными из центра зрачка наблюдателя к двум рядом расположенным и отдельно различимым точкам. Чем эта величина меньше, тем лучше видно мелкие детали в прибор ночного видения. Разрешение в штрихах на миллиметр означает количество отдельно различимых штрихов на один миллиметр изображения. Чем больше значение данного параметра, тем лучше видно мелкие детали.

Разрешение конкретного прибора ночного видения зависит от качества установленной в нем оптики и разрешения ЭОП. В зависимости от модификации ЭОП и качества его изготовления разрешение в центре поля зрения, как правило, может быть от 30 штр/мм до 50 штр/мм.

Приборы ночного видения, относящиеся к поколениям I и I+, достаточно подробно рассмотрены в учебной литературе, например в учебном пособии «Приборы для наблюдения в условиях плохой видимости» издательства Санкт-Петербургского университета Министерства внутренних дел Российской Федерации¹.

Все разновидности ЭОП первого поколения объединены общим конструкционным решением и, как правило, работают только при наличии относительно высокой освещенности, сформированной либо лунным светом, либо ИК-прожектором. ЭОП поколения I и I+ в настоящее время применяются в любительских приборах ночного видения, поскольку коэффициент усиления света данных приборов не превышает 1 000 раз.

Следующим этапом развития электронно-оптических преобразователей стало создание ЭОП II и II+ поколений, в конструкции которых была впервые применена микроканальная пластина (МКП), установленная внутри вакуумного блока. Структура электронно-оптического преобразователя с микроканальной пластиной приведена на рисунке 6.13².

¹ Грачев Ю. А., Кежов А. А., Степанов И. В., Никишкин А. В. Приборы для наблюдения в условиях плохой видимости : учебное пособие — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2022. — 88 с.

² Сайт АО «Дедал-НВ». URL:<https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

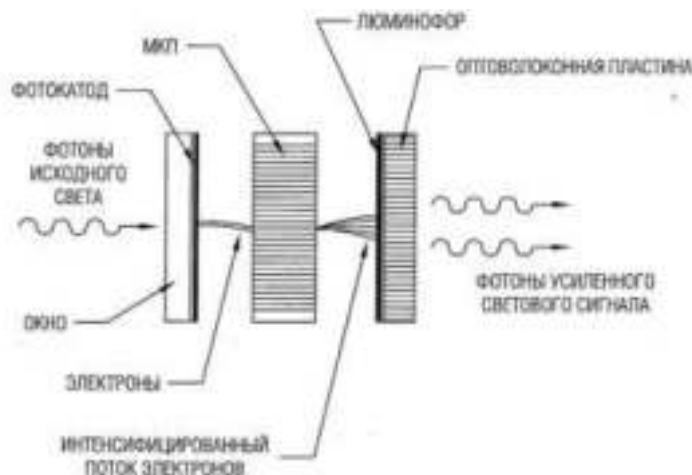


Рис. 6.13. Структура электронно-оптического преобразователя с микроканальной пластиной

При относительно малых размерах микроканальная пластина обеспечивает усиление электронного потока в несколько тысяч раз. Применение МКП сделало возможным создание качественных, относительно малогабаритных ПНВ с коэффициентом усиления света в диапазоне от 20 000 до 30 000 раз. Несмотря на то, что применение МКП позволило значительно увеличить коэффициент усиления света ЭОП поколения II и II+ по сравнению с поколением I и I+, по таким параметрам, как чувствительность в ближнем инфракрасном диапазоне спектра электромагнитных колебаний, разрешение и срок службы ЭОП второго поколения лишь незначительно превосходят ЭОП первого поколения.

Существенного улучшения чувствительности электронно-оптического преобразователя ПНВ удалось добиться благодаря использованию в ЭОП поколения III и III+ фотокаатода на основе арсенида галлия (GaAs и InGaAs). Данный материал в настоящее время обеспечивает максимальную интегральную чувствительность, что позволяет скрытно использовать ПНВ на базе ЭОП поколения III и III+ в условиях предельной темноты.

На рисунке 6.14 представлен сравнительный график интегральной чувствительности ЭОП поколения III и II+ в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах¹.

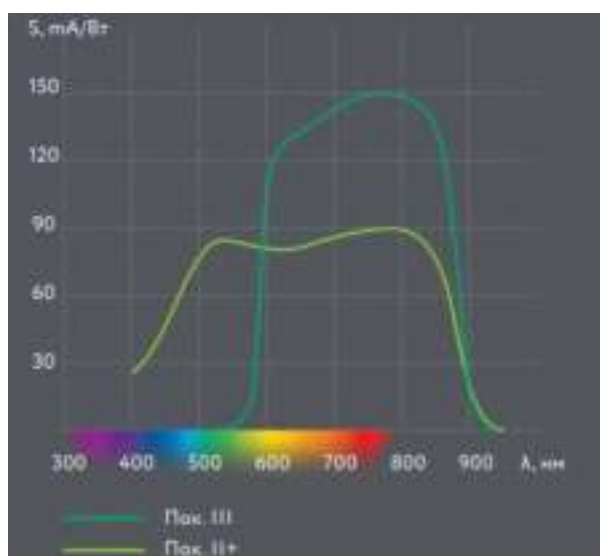


Рис. 6.14. Сравнительный график интегральной чувствительности ЭОП поколения III и II+ в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах

В настоящее время приборы ночного видения на базе ЭОП поколения III и III+ являются самыми современными, так как качественного скачка удалось добиться не только в интегральной чувствительности фотокаатода, но и в коэффициенте усиления света, составляю-

¹ Там же.

щем для данного поколения от 50 000 до 80 000 раз в разрешении ЭОП и сроке службы прибора. Именно поэтому в рамках данной главы будут рассмотрены актуальные отечественные приборы ночного видения, относящиеся к поколениям III и III+.

Приборы ночного видения цифрового поколения

Принцип работы цифровых приборов ночного видения существенно отличается от приборов ночного видения поколений I, I+, II+, III и III+, которые можно назвать аналоговыми. В цифровом ПНВ используется светочувствительная матрица, аналогичная по принципу работы матрице обычного цифрового фотоаппарата, но отличающаяся от нее возможностью регистрировать излучение в ближнем инфракрасном диапазоне.

Принцип работы цифрового ПНВ заключается в преобразовании излучения ближнего ИК-диапазона, попадающего через объектив на чувствительную к инфракрасному излучению матрицу, в электрический сигнал, позволяющий создать видимое человеческим глазом изображение на ЖК-дисплее прибора. Цифровой формат полученного изображения позволяет использовать процедуры дополнительной обработки сигнала, в частности использовать специальные алгоритмы, благодаря которым пользователь может улучшить качество изображения, изменить цветовую палитру или установить прицельную марку любой формы и цвета.

Малый размер матрицы и цифровой формат информации открывают перед конструкторами большие возможности, в том числе по оснащению ПНВ дополнительным оборудованием. ПНВ цифрового поколения могут быть оснащены встроенным видеорекордером или разъемом для подключения внешней техники записи, модулем Wi-Fi для беспроводной передачи данных, баллистическим калькулятором, дальномером и другими функциональными подсистемами.

К несомненным достоинствам цифровых ПНВ можно причислить то, что они не боятся засветки и могут работать и днем, и ночью, имеют относительно низкую стоимость по сравнению с другими приборами, а также обладают широким набором сервисных функций. Основным недостатком цифрового ПНВ является более пикселизированное изображение по сравнению с изображением ПНВ с ЭОП.

Подобно аналоговым ПНВ, цифровые также нуждаются в дополнительном ИК-осветителе. По возможностям работы в темноте, цифровые ПНВ не превосходят поколение II аналоговых приборов. Поэтому цифровые ПНВ также не будут рассматриваться в данной главе.

Приборы ночного видения поколения III

Отличительной особенностью приборов ночного видения третьего поколения является использование арсенид-галлиевых (AsGa) фотокатодов, обладающих качественно новым уровнем чувствительности. Конструкция электронно-оптического преобразователя третьего поколения представлена на рисунке 6.15¹.

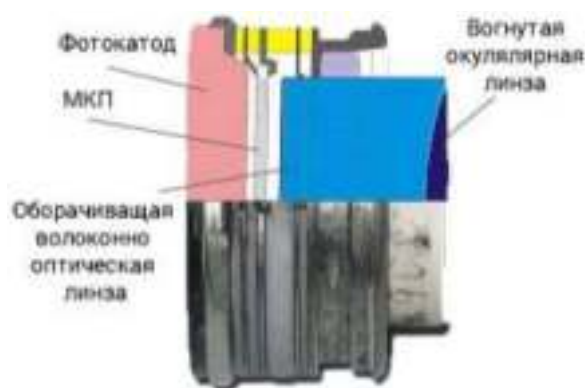


Рис. 6.15. Конструкция электронно-оптического преобразователя третьего поколения

Применение арсенида галлия, представляющего собой химическое соединение галлия и мышьяка, при изготовлении фотокатода позволило увеличить его интегральную чувствительность до 1 800 мкА/лм, а чувствительность в инфракрасной области на длинах волн 830 нм до 190 мкА/лм, что в 10 раз больше чем у фотокатода ЭОП II+ поколения. Столь высокий

¹ Сайт компании «ALLAMMO». URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/> (дата обращения: 01.03.2023).

уровень чувствительности фотокатода позволяет прибору ночного видения третьего поколения обеспечить наблюдение при освещённости около 10 мклк, то есть в условиях безлунной глубокой ночи при наличии плотной облачности.

Наряду с арсенид-галлиевым фотокатодом, в ЭОП третьего поколения используется микроканальная пластина (МКП), предназначенная для усиления света, оборачивающая волоконно-оптическая линза и вогнутая окулярная линза.

Предел разрешения ЭОП, определяющий минимальные угловые размеры доступного для наблюдения объекта, определяется разрешающей способностью применяемых МКП, то есть диаметром каналов. Современные ЭОП третьего поколения в среднем обеспечивают разрешение 30–40 штр./мм, а разрешение лучших образцов ЭОП поколения III достигает 64 штр./мм. Диаметр пор в таких МКП составляет 5–6 мкм при толщине в сотые доли мм. В связи с высокой хрупкостью эти пластинки чрезвычайно сложны в изготовлении и обработке. Коэффициент усиления света в ЭОП третьего поколения достигает 50 000–70 000 раз.

Фотокатод на основе арсенида галлия очень требователен к величине остаточного давления внутри ЭОП и легко подвержен «отравлению» ионами газов, что приводит к падению чувствительности фотокатода и сокращению срока службы ЭОП. Для защиты фотокатода на основе арсенида галлия используется ионно-барьерная пленка, нанесенная на входную поверхность МКП. Ионно-барьерная пленка сохраняет фотокатод и тем самым увеличивает срок службы ПНВ до 10 000 ч, так как предотвращает выход из каналов МКП положительных ионов и нейтральных газов, возникающих в процессе бомбардировки электронами каналов МКП.

Таким образом, к достоинствам электронно-оптических преобразователей третьего поколения однозначно можно отнести более высокие значения коэффициента усиления, чувствительности и разрешающей способности, длительный срок службы, а также высокую устойчивость к перегрузкам.

В то же время, ЭОП третьего поколения не лишены недостатков. Из-за высокой стоимости ЭОП поколения III в основном применяются для создания образцов специальной техники и в свободной продаже встречаются редко. Широкому распространению таких приборов препятствует исключительная сложность выпуска, требующая более 400 человеко-часов работы в условиях сверхвысокого вакуума, и высокая стоимость, превышающая стоимость предшественников более чем на порядок. Приборы ночного видения на базе ЭОП поколения III в настоящее время производятся только в Российской Федерации и США.

Кроме того, по причине отсутствия волоконно-оптической шайбы на входе ЭОП поколения III, использование приборов ночного видения данного поколения в городских условиях затруднено, поскольку нет защиты от боковых засветок. Также необходимо отметить, что применение ионно-барьерной пленки ухудшает максимальные характеристики прибора.

Приборы ночного видения поколения III+ (поколение без пленки)

Конструкция ЭОП поколения III+ отличается от предыдущего поколения уменьшенной в три раза толщиной ионно-барьерной пленки, использованием улучшенной МКП, а также применением импульсного источника питания ЭОП с уменьшенным напряжением.

Благодаря уменьшению толщины ионно-барьерной пленки и использованию улучшенной МКП, ЭОП III+ имеет следующие технические характеристики:

- интегральная чувствительность фотокатода в пределах от 2 000 до 2 700 мкА/лм;
- чувствительность фотокатода на длинах волн 830 нм от 190 до 250 мА/Вт;
- чувствительность фотокатода на длинах волн 880 нм от 80 до 120 мА/Вт;
- коэффициент усиления ЭОП от 50 000 до 80 000;
- максимальное разрешение от 64 до 72 штр./мм;
- соотношение сигнал-шум от 25 до 28;
- срок службы 10 000 ч.

Характеристики ЭОП были существенно улучшены без уменьшения срока службы и устойчивости к перегрузкам. Благодаря импульсному источнику питания удалось избавиться от влияния ярких источников света на ЭОП.

Сравнительные характеристики ЭОП поколений I, I+, II+, III, III+ и ЭОП цифрового поколения представлены в таблице 6.8¹.

Таблица 6.8

Сравнительные характеристики ЭОП поколений I, I+, II+, III, III+ и ЭОП цифрового поколения

Поколение	I	I+	II+	III	III+	Цифра
Усиление света	до 500 раз	до 1 000 раз	до 40 000 раз	до 70 000 раз	до 80 000 раз	-
Чувствительность фотокатода	до 200 мкА/лм	до 350 мкА/лм	до 500 мкА/лм	до 1 800 мкА/лм	до 2 700 мкА/лм	-
Разрешение ЭОП	25–30 штр/мм	30–50 штр/мм	35–50 штр/мм	50–64 штр/мм	64–72 штр/мм	-
Дальность наблюдения при 1/4 Луны	100 м	200 м	600 м	900 м	1 000 м	400 м
Ресурс работы	1 000 ч	2 000 ч	3 000 ч	10 000 ч	10 000	-

Оптическая схема приборов ночного видения может быть монокулярной, псевдобинокулярной и бинокулярной. Ниже будут рассмотрены образцы современных отечественных приборов ночного видения поколения III и III+.

Монокуляр ночного видения ПН21К²

Монокуляр ночного видения ПН21К производится предприятием АО «Новосибирский приборостроительный завод», которое входит в холдинговую структуру АО «Швабе» в составе государственной корпорации «Ростех».

Монокуляр ночного видения ПН21К (рис. 6.16, 6.17) предназначен для ведения скрытого наблюдения и передвижения на местности, чтения карт, ремонта техники и решения других специальных задач в тёмное время суток при естественной освещенности и в полной темноте с включенным инфракрасным осветителем.



Рис. 6.16. Монокуляр ночного видения ПН21К

¹ Сайт компании «ALLAMMO». URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-21k/ (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.17. Монокуляр ночного видения ПН21К

Монокуляр ночного видения ПН21К позволяет вести наблюдение при освещенности до $3-5 \times 10^{-3}$ люкс в случае использования электронно-оптического преобразователя поколения II+ и до $3-5 \times 10^{-4}$ люкс — при использовании ЭОП поколения III.

Предусмотрена возможность объединения двух монокуляров ночного видения ПН21К в один бинокулярный прибор ночного видения с однократным и трёхкратным увеличением. Бинокулярный прибор, построенный с помощью объединения двух монокуляров ночного видения ПН21К, представлен на рисунках 6.18, 6.19.



Рис. 6.18. Бинокулярный прибор, построенный с помощью объединения двух монокуляров ночного видения ПН21К



Рис. 6.19. Бинокулярный прибор, построенный с помощью объединения двух ПН21К, оборудованных дополнительными объективами

К основным функциональным особенностям монокуляра ночного видения ПН21К относятся¹:

- ЭОП поколения II+ или III с защитой от кратковременных засветок интенсивным источником света;
- съемная защитная крышка на объективе для работы в условиях повышенной освещенности;
- дополнительные 3х и 5х объективы;
- индикация включения ИК-подсветки и разряда батареи;
- возможность размещения монокуляра на голове или каске;
- возможность перемещения монокуляра на маске по вертикали и с одного глаза на другой;
- возможность установки на оружие с помощью переходного кронштейна на планку типа «Picatinny».

ПН21К изготавливается в металлическом или пластмассовом корпусе, оснащен наглазником из мягкой резины и имеет прочную влагозащищенную конструкцию. Эксплуатация прибора возможна в широком диапазоне температур от — 40 до +50 °С.

Основные технические характеристики монокуляра ночного видения ПН21К приведены в таблице 6.9².

Таблица 6.9

Основные технические характеристики монокуляра ночного видения ПН21К

Характеристика	Значение
Увеличение	1 крат
Дальность распознавания с ЭОП 2+/3	180/250 м
Поле зрения	36°
Фокус объектива	27 мм
Диаметр объектива	23 мм
Диапазон диоптрийной подвижки окуляра	±3 дптр

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-21k/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Характеристика	Значение
Удаление выходного зрачка	30 мм
Диаметр выходного зрачка	25 мм
Диапазон фокусировки объектива	от 0,25 м до ∞
Источник питания	1хAA; 1,5В
Время непрерывной работы прибора от одного источника питания без включения подсветки при температуре +20°C	24 ч
Габаритные размеры	150х60х52 мм
Масса (без источника питания)	300 г

Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw^{1,2}

Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw производства российской компании АО «Дедал-НВ» является компактным, легким и эффективным прибором ночного видения поколения III+. Внешний вид многофункционального монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw представлен на рисунке 6.20.



Рис. 6.20. Внешний вид многофункционального монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw

На рисунке 6.20 приняты следующие обозначения: 1 — объектив прибора, 2 — корпус прибора, 3 — ИК-осветитель, 4 — крышка батарейного отсека, 5 — выключатель прибора и ИК-осветителя, 6 — окуляр, 7 — площадка для установки дополнительного ИК-осветителя и крепления прибора через адаптор к оголовью (каска), 8 — резиновый наглазник.

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dedal-370-dk3-bw/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Руководство по эксплуатации прибора ночного видения «Dedal-370». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/6da/6da171249a4afe57f9fad09741a65578.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

На рисунках 6.21–6.25 показан multifunctional monocular night vision Dedal-370-DK3/bw in different projections.



Рис. 6.21. Multifunctional monocular night vision Dedal-370-DK3/bw (view from the objective side)



Рис. 6.22. Multifunctional monocular night vision Dedal-370-DK3/bw (view from the eyepiece side)



Рис. 6.23. Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw (вид сбоку справа)



Рис. 6.24. Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw (вид сбоку слева)



Рис. 6.25. Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw (вид сверху)

Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw предназначен для ведения ночного наблюдения, ориентирования на местности, фото-, видеосъемки, а также для прицельной стрельбы из индивидуального стрелкового оружия и проведения специальных работ в условиях низких уровней освещенности. Встроенный ИК-осветитель невидимости.

димого спектра с мощностью излучения 20 мВт и длиной волны 940 нм позволяет расширить возможности прибора ночного видения в предельно темных условиях освещенности. Для своевременной замены батареи и информирования наблюдателя о потере скрытности наблюдения оптический канал монокуляра ночного видения оснащен встроенными индикаторами включения ИК-осветителя и разряда батареи.

Прибор ночного видения Dedal-370-DK3/bw может быть установлен на оголовье или шлем для ориентирования и наблюдения в темноте. Для ведения стрельбы в условиях низкого освещения ПНВ Dedal-370-DK3/bw устанавливается за дневным коллиматорным прицелом, что позволяет быстро трансформировать его в ночной прицельный комплекс. Пример установки монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw за дневным прицелом с помощью адаптера «D-370 адаптер-день» представлен на рисунке 6.26.



Рис. 6.26. Пример установки монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw за дневным прицелом

На рисунке 6.26 обозначены: 1 — адаптер «D-370 адаптер-день», 2 — кнопка, предназначенная для откидывания ПНВ Dedal-370-DK3/bw на 180° при ведении наблюдения и стрельбы через дневной прицел.

Кроме того монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw может быть с помощью «адаптера D-370» установлен на оголовье (рис. 6.27 а), каску (рис. 6.27 б) или объединен с другим прибором (рис. 6.27 в).



Рис. 6.27. Установка монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw на оголовье, каску или объединение с другим прибором

Для ведения комфортного наблюдения и обеспечения оптимального расстояния до глаза, механизм оголовья (крепления на каске) и адаптера позволяет сдвигать прибор ночного видения, регулировать угол наклона прибора в вертикальной плоскости, а также откидывать прибор в вертикальное положение (рис. 6.28).



Рис. 6.28. Возможности механизма оголовья (крепления на каске) и адаптера

Пример установки монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw на шлем приведен на рисунке 6.29.



Рис. 6.29. Пример установки ПНВ Dedal-370-DK3/bw на шлем

Также с помощью адаптерного кольца возможна установка монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/b, оснащенного сменным светосильным объективом кратности 1×, 3×, 4×, 6× или 10× перед объективом фото— или видеокамеры. Пример подобной схемы подключения монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw показан на рисунках 6.30, 6.31.



Рис. 6.30. Пример адаптации ПНВ Dedal-370-DK3/bw с фотоаппаратом



Рис. 6.31. Схема установки монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/b, оснащенного сменным светосильным объективом, на объектив видеокамеры

К основным функциональным особенностям многофункционального монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw относятся¹:

1. Высококачественная светосильная ночная оптика.

Специальная оптическая система, учитывающая особенности ЭОП и спектральный состав света в темное время суток, и жесткие допуски на изготовление оптических элементов обеспечивают высокую детализацию изображения по всему угловому полю.

2. Современный электронно-оптический преобразователь поколения III+.

При производстве техники ночного видения компания «Дедал-НВ» использует лучшие российские электронно-оптические преобразователи с высокими параметрами чувстви-

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dedal-370-dk3-bw/> (дата обращения: 01.03.2023).

7. Белый люминофор электронно-оптического преобразователя.

Использование белого люминофора в ЭОП монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw обеспечивает больший комфорт наблюдения и снижает утомляемость глаз, особенно в зимних условиях. В некоторых условиях, например при ведении наблюдения в летнем лесу или поле, использование желто-зеленого люминофора обеспечивает большую дальность наблюдения и распознавания цели в силу максимальной чувствительности глаза человека в этой части спектра.

Технические характеристики многофункционального монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw представлены в таблице 6.10^{1,2}.

Таблица 6.10

Технические характеристики многофункционального монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw

Характеристика	Значение
С насадкой 1×	
Оптическое увеличение	1×
Угловое поле зрения, м/100м (градус)	70 (40)
Объектив	26 мм F/1,2
Диапазон фокусировки объектива	От 0,3 м до ∞
ЭОП, поколение	III+
Чувствительность фотокатода	>1800 мкА/Лм
Разрешение	➤ 64 штр/мм
Цвет изображения ЭОП	Черно-белый
Инфракрасный осветитель	Светодиодный
Мощность ИК-осветителя	20 мВт
Длина волны ИК-подсветки	940 нм
Диоптрийная настройка окуляра	От — 4 до + 2 дптр
Источник питания	1 элемент типа «AA» / 1 элемент типа «CR123»
Напряжение питания	1,5/3 В
Время непрерывной работы (при температуре 23 °С)	Не менее 30/60 ч
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	119×56×72 мм
Масса	0,39 кг
Температура эксплуатации	От -40 до +50°С
Относительная влажность эксплуатации	До 98%
С насадкой 3×	
Оптическое увеличение	3×
Угловое поле зрения, м/100м (градус)	22,7 (13)
Фокусное расстояние объектива, относительное отверстие	78 мм F/1,5
Диапазон фокусировки объектива	От 10 м до ∞

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dedal-370-dk3-bw/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Руководство по эксплуатации прибора ночного видения «Dedal-370». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/6da/6da171249a4afe57f9fad09741a65578.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристика	Значение
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	203×67×72 мм
Масса	0,63 кг
Со сменным объективом DL167	
Оптическое увеличение	6,3×
Угловое поле зрения, м/100м (градус)	11,3 (6,5)
Фокусное расстояние объектива, относительное отверстие	165 мм F/2,0
Диапазон фокусировки объектива	От 25 м до ∞
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	315×100×100 мм
Масса	0,94 кг
Со сменным объективом DL250	
Оптическое увеличение	9,6×
Угловое поле зрения, м/100м (градус)	7,2 (4,1)
Фокусное расстояние объектива, относительное отверстие	250 мм F/2,0
Диапазон фокусировки объектива	От 50 м до ∞
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	410×140×140 мм
Масса	1,79 кг
Класс пылевлагозащиты	IP67

Прибор ночного видения Dedal-370-DK3/bw способен сохранять полную работоспособность при эксплуатации в условиях экстремально низких температур. Широкий температурный диапазон эксплуатации прибора достигается высокой точностью изготовления механических узлов монокуляра и применением специальных смазочных материалов. Эксплуатация монокуляра осуществляется при температуре от -40 до +50°C и относительной влажности до 98 %.

Универсальный батарейный отсек прибора позволяет использовать для питания монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/bw либо один элемент типа «CR123» напряжением 3 В, либо один элемент типоразмера «AA» напряжением 1,5 В. Время непрерывной работы монокуляра в нормальных климатических условиях составляет не менее 60 ч.

Псевдобинокуляры отличаются от бинокularов, построенных на базе двух монокуляров, в том числе образцов, рассмотренных выше, тем, что изображение наблюдаемого объекта на экране электронно-оптического преобразователя наблюдатель видит двумя глазами через специальную линзовую систему с призмой, обеспечивающую эффект «панорамного» наблюдения объекта. Примером современного псевдобинокулярного прибора ночного видения может служить прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К.

Прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К^{1,2}

Прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К (рис. 6.33) предназначен для ведения скрытого наблюдения, ориентирования, передвижения на местности, вождения автомобиля, чтения карт, а также ремонта техники в темное время суток в условиях естественной освещенности от Луны и звезд и в полной темноте с включенным инфракрасным осветителем. Совместно с лазерным целеуказателем ЦЛН-1К и ЦЛН-2К прибор представляет собой прицельный комплекс.

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-14k/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПН-14К. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН14К.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.33. Прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К

Прибор с маской работает в варианте очков ночного видения, а при замене объектива на длиннофокусный (3,6х или 8х) — в режиме бинокля. Прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К с длиннофокусными объективами 100F/1.5 (3,6 крата) и 216F/2.3 (8 крат) изображен на рисунках 6.34–6.36.



Рис. 6.34. ПН-14К с длиннофокусным объективом 100F/1.5 (3,6 крата)



Рис. 6.35. ПН-14К с длиннофокусным объективом 216F/2.3 (8 крат)



Рис. 6.36. ПН-14К с длиннофокусным объективом 216F/2.3 (8 крат) на треноге

Прибор ночного видения псевдобиноклярный ПН-14К имеет следующие функциональные особенности¹:

- ЭОП поколения II+ или III;
- автоматическая регулировка яркости экрана;
- защита ЭОП от кратковременных засветок интенсивным источником света;
- комплектование прибора съемными объективами 27F/1.25 (1 крат), 100F/1.5 (3,6 крат, 5 крат) и дополнительно 216F/2.3 (8 крат);

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-14k/ (дата обращения: 01.03.2023).

- индикация включения подсветки;
- индикация разряда батарей;
- откидывающаяся маска для размещения очков на голове;
- прочная влагозащищенная конструкция.

Несмотря на наличие защиты ЭОП от кратковременных засветок интенсивным источником света, прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К имеет следующие эксплуатационные ограничения¹:

— запрещается включать прибор днём и при высокой местной освещённости ночью без установленного на объективе светофильтра, а также наблюдать ярко освещённые объекты в тёмное время суток;

— смену объективов следует производить в помещении.

Несоблюдение данных ограничений может привести к выходу из строя прибора ночного видения.

Прибор ночного видения ПН-14К может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от +35 до -35°C и относительной влажности не более 95% при температуре 25°C. Питание прибора осуществляется от одного элемента типа АА 1,5 В.

Основные технические характеристики прибора ночного видения псевдобинокулярного ПН-14К представлены в таблице 6.11^{2,3}.

Таблица 6.11

Основные технические характеристики прибора ночного видения псевдобинокулярного ПН-14К

Параметр	Очки	3,6х Бинокуляр	5х Бинокуляр	8х Бинокуляр
С объективом	1 крат	3,6 крат	5 крат	8 крат
Увеличение, не менее	1 крат	3,6 крат	5 крат	8 крат
Дальность распознавания ростовой фигуры человека при освещенности 0,003–0,005 люкс, не менее	180 м	350 м	450 м	800 м
Угловое поле зрения, не менее	40°	10°	7°30′	5°
Диаметр объектива	24 мм	66 мм	66 мм	123 мм
Фокусное расстояние объектива	27 мм	100 мм	135 мм	216 мм
Минимальное расстояние фокусировки объектива	0.25 м	5 м	6 м	10 м
Габаритные размеры без маски	182х 124х64 мм	250х 124х75 мм	292х 124х80 мм	240х 145х145 мм
Диоптрийная подвижка окуляров	±4 дптр.			
Удаление выходного зрачка/диаметр выходного зрачка	15/16 мм			
Межзрачковое расстояние	53–77 мм			

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПН-14К. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН14К.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-14k/ (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПН-14К. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН14К.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Параметр	Очки	3,6х Бинокль	5х Бинокль	8х Бинокль
Напряжение питания/источник питания	1,5 В/АА, 1 шт.			
Время непрерывной работы от одного источника питания без включения подсветки при температуре от 0 до +35°C	10 ч			
Время непрерывной работы от одного источника питания с включенной подсветкой при температуре от 0 до -35°C	2 ч			
Масса прибора с маской, с источником питания	0,82 кг	1,05 кг	-	-
Масса прибора без маски с источником питания	0,53 кг	0,88 кг	-	-

Приведенные параметры по дальности распознавания справедливы для ПН-14К с ЭОП поколения 2+. Прибор с ЭОП поколения III имеет динамический диапазон освещенности до 10^{-4} люкс.

Монокуляр ночного видения ПН21К и прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К могут совместно использоваться со специальным лазерным целеуказателем ЦЛН-1К.

Целеуказатель лазерный ночной ЦЛН-1К¹

Целеуказатель лазерный ночной ЦЛН-1К (рис. 6.37, 6.38) предназначен для наведения оружия на цель и для работы в качестве ИК-осветителя в ночное время суток при совместной работе с очками ночного видения. Мощность светового потока регулируется ирисовой диафрагмой.



Рис. 6.37. Целеуказатель лазерный ночной ЦЛН-1К (вид сбоку)

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: <https://npzoptics.ru/catalog/celeukazateli/cln-1k/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.38. Целеуказатель лазерный ночной ЦЛН-1К

Принцип действия целеуказателя лазерного ночного ЦЛН-1К основан на свойстве оптической системы и лазерного инфракрасного излучателя формировать световое пятно малых размеров на объекте. Ведение стрельбы возможно из любого положения, достаточно навести световое пятно, видимое в прибор ночного видения, на цель, и произвести выстрел.

Целеуказатель устанавливается на оружии с боковой планкой (ЦЛН-1К), с верхним ласточкиным хвостом (ЦЛН-1КВ) и с планкой «Рисатинну» (ЦЛН-1КВП). Модификации ЦЛН-1КВ (-1КВП) имеют выносную кнопку включения. Величина посадочного диаметра составляет 1 дюйм (25,4 мм). ЦЛН-1К, установленный на автомате Калашникова, показан на рисунке 6.39.



Рис. 6.39. ЦЛН-1К, установленный на автомате Калашникова

Целеуказатель может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от +40 до -35°C и относительной влажности не более 95 % при температуре 25°C. Основные технические характеристики целеуказателя лазерного ночного ЦЛН-1К приведены в таблице 6.12¹.

Таблица 6.12

Основные технические характеристики ЦЛН-1К

Характеристика	Значение
Дальность действия	Не менее 150 м
Длина волны излучения	850 нм
Диаметр пятна на расстоянии 100 м	30 мм
Угол расходимости пучка излучения	Не более 1 мин
Угол расходимости пучка в режиме осветителя	3°
Выходная мощность	0,5–5 мВт
Напряжение питания	1 В
Ток потребления	100 мА
Время непрерывной работы (при температуре +20°C)	Не менее 6 ч
Габаритные размеры (для ЦЛН-1К)	145x50x133 мм

Очки ночного видения DVS-8-DK3/f^{2,3}

Очки ночного видения DVS-8-DK3/f производства российской компании АО «Дедал-НВ» представляют собой компактный, легкий, эргономичный и эффективный прибор ночного видения, относящийся к поколению III+. Внешний вид и основные конструктивные элементы очков ночного видения DVS-8-DK3/f представлены на рисунке 6.40.



Рис. 6.40. Внешний вид очков ночного видения DVS-8-DK3/f

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: <https://npzoptics.ru/catalog/celeukazateli/cln-1k/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dvs-8-dk3-f/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Очки ночного видения DVS-8-DK3/f. Руководство по эксплуатации. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/32e/32e3d9994ad6dec7d31f57e406c2d9d0.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

На рисунке 6.40 обозначены: 1 — корпус прибора, 2 — объектив, 3 — окуляр, 4 — резиновый наглазник, 5 — крышка объектива, 6 — батарейный отсек, 7 — крышка батарейного отсека, 8 — ИК-осветитель и оптическая насадка, 9 — тумблер включения/выключения прибора и ИК-осветителя, 10 — крепление к оголовью, 11 — оголовье, 12 — шнур, 13 — фотоприемник.

Очки ночного видения DVS-8-DK3/f предназначены для ведения длительного комфортного ночного наблюдения, ориентирования на местности и выполнения других специальных задач в условиях низких уровней освещенности. Электронно-оптический преобразователь поколения III+, используемый в данном приборе ночного видения, обеспечивает разрешение более 64 штр/мм. При этом чувствительность фотокатода составляет более 1 800 мкА/Лм. Для создания изображения на выходе ЭОП используется люминофор зеленого цвета.

На рисунках 6.41–6.45 показаны очки ночного видения DVS-8-DK3/f в различных проекциях.



Рис. 6.41. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f (вид со стороны объектива)



Рис. 6.42. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f (вид со стороны окуляра)



Рис. 6.43. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f (вид сбоку справа)



Рис. 6.44. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f (вид сбоку слева)



Рис. 6.45. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f (вид сверху)

Прибор может устанавливаться на оголовье (шлем) или использоваться в качестве бинокля ночного видения. Примеры установки очков ночного видения DVS-8-DK3/f на оголовье и на шлем приведены на рисунках 6.46, 6.47.



Рис. 6.46. Установка очков ночного видения DVS-8-DK3/f на оголовье



Рис. 6.47. Установка очков ночного видения DVS-8-DK3/f на каску

К основным функциональным особенностям очков ночного видения DVS-8-DK3/f относятся^{1,2}:

1. Высококачественная светосильная ночная оптика.

Благодаря применению в процессе производства специальной оптической системы, учитывающей особенности ЭОП и спектральный состав света в темное время суток, низкодисперсных марок оптического стекла и многослойного просветляющего покрытия в сочетании с жесткими допусками на изготовление оптических элементов, очки ночного видения DVS-8-DK3/f обеспечивают высокую детализацию изображения и контраст цели и фона на 20% выше, чем у конкурирующих приборов ночного видения.

2. Большой выбор дополнительной сменной оптики.

Очки ночного видения DVS-8-DK3/f имеют линейку сменных светосильных объективов различной кратности 1×/3×/4×/6×/10×, которая позволяет использовать прибор в качестве мощного бинокля ночного видения. Варианты оснащения очков ночного видения DVS-8-DK3/f сменной оптикой приведены на рисунке 6.48.



Рис. 6.48. Варианты оснащения очков ночного видения DVS-8-DK3/f сменной оптикой

3. Современный отечественный электронно-оптический преобразователь поколения III+.

В производстве техники ночного видения «Дедал-НВ» используются лучшие российские электронно-оптические преобразователи поколения III+ с высокими параметрами чувствительности, разрешения и соотношения «сигнал/шум». ЭОП выпускаются с зеленым и белым люминофором, имеют систему защиты от засветки мощными источниками света, ручную и автоматическую регулировку усиления и могут быть оснащены цифровым источником питания (autogate).

Все ЭОП гарантированно имеют заявленные характеристики и проходят двойную проверку на заводе-изготовителе и при сборке приборов. Структура ЭОП была рассмотрена выше в разделе, посвященном анализу монокуляра ночного видения Dedal-370-DK3/b.

4. Система регулировки межзрачкового расстояния окуляров.

Очки ночного видения DVS-8-DK3/f имеют систему регулирования межзрачкового расстояния окуляров в диапазоне от 55 до 76 мм при сохранении класса герметичности прибора IP67 и возможности диоптрийной подстройки. Система регулирования межзрачкового

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dvs-8-dk3-f/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Очки ночного видения DVS-8-DK3/f. Руководство по эксплуатации. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/32e/32e3d9994ad6dec7d31f57e406c2d9d0.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

расстояния необходима для точной подстройки под наблюдателя для длительного комфортного ношения очков без утомляемости глаз.

5. Зеленый люминофор ЭОП.

При наблюдении в летнем лесу или поле использование традиционного желто-зеленого люминофора обеспечивает большую дальность наблюдения и распознавания цели в силу максимальной чувствительности глаза человека именно в этой части спектра. В зимних условиях черно-белый ЭОП обеспечивает больший комфорт наблюдения и снижает утомляемость глаз.

6. Встроенный регулируемый мощный ИК-осветитель.

Очки ночного видения DVS-8-DK3/f оснащены встроенным регулируемым мощным ИК-осветителем, мощность которого может составлять 5, 25 или 75 мВт. Высокая мощность ИК-осветителя позволяет расширить возможности прибора в предельно темных условиях, в том числе на больших дистанциях. При включении ИК-осветителя в правой половине изображения появится светодиод, указывающий на включенный ИК-осветитель.

Важно помнить, что прибор ночного видения с работающим ИК-осветителем не обеспечивает скрытности наблюдения, так как при использовании ИК-осветителя с длиной волны 805 нм пятно свечения светодиода в красном свете и луч ИК-осветителя видно через другой прибор ночного видения.

При использовании ИК-осветителя с длиной волны 920 нм пятно свечения светодиода становится невидимым, но дальность работы ИК-осветителя снижается, так как на этой длине волны снижается чувствительность ЭОП. По требованию очки ночного видения DVS-8-DK3/f могут быть оснащены ИК-осветителем с невидимым пятном свечения.

Для обеспечения большей эффективной дальности действия ИК-осветителя следует надеть дополнительную оптическую насадку (линзу на ИК-осветитель), так как она обеспечивает высокую интенсивность излучения в малом угле.

При этом не допускается использование очков с оптической насадкой на ИК-осветитель на дистанции менее 30 м. На малых расстояниях мощность отраженного ИК-света чрезмерна и может быть эквивалентна засветке от яркого точечного источника света, что приведет к появлению неустраиваемого затемнения в центральной части поля зрения прибора.

7. Автоматическая регулировка яркости и защита прибора от яркого света.

Все прицелы и приборы компании «Дедал-НВ» имеют функцию автоматической регулировки яркости изображения и защиты от засветки мощным источником света. Автоматическая регулировка яркости достигается тем, что ЭОП поддерживает постоянный уровень яркости в изменяющихся условиях освещенности. Для защиты от длительного воздействия яркого света очки ночного видения DVS-8-DK3/f оборудованы датчиком автоматического отключения.

8. Индикатор включения ИК-осветителя и разряда батареи.

Оптический канал прибора ночного видения имеет встроенные индикаторы включения ИК-осветителя и разряда батареи, необходимые для своевременной замены батареи и информирования наблюдателя о потере скрытности наблюдения.

Основные технические характеристики очков ночного видения DVS-8-DK3/f приведены в таблице 6.13^{1,2}.

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dvs-8-dk3-f/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Очки ночного видения DVS-8-DK3/f. Руководство по эксплуатации. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/32e/32e3d9994ad6dec7d31f57e406c2d9d0.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.13

Основные технические характеристики очков ночного видения DVS-8-DK3/f

Характеристика	Значение
С насадкой 1×	
Оптическое увеличение	1×
Угловое поле зрения	70 м/100м (40°)
Объектив	26 мм F/1,2
Диапазон фокусировки объектива	От 0,3 м до ∞
ЭОП, поколение	III+
Чувствительность фотокатода	>1800 мкА/Лм
Разрешение	>64 штр/мм
Цвет изображения ЭОП	Зеленый
Инфракрасный осветитель	Светодиодный
Мощность ИК-осветителя	5, 25, 75 мВт
Длина волны ИК-подсветки	940 нм
Диоптрийная установка окуляров	От — 3,5 до + 4 дптр
Регулируемое межзрачковое расстояние	55–76 мм
Источник питания	2 элемента типа «АА»
Напряжение питания	3 В
Время непрерывной работы (при температуре 23°C)	не менее 60 ч
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	196×150×75 мм
Масса	0,49 кг
Температура эксплуатации	От -40 до +50°C
Относительная влажность эксплуатации	до 98%
С насадкой 3×	
Оптическое увеличение	3×
Угловое поле зрения	17,5 м/100м (10°)
Фокусное расстояние объектива, относительное отверстие	78 мм F/1,5
Диапазон фокусировки объектива	От 10 м до ∞
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	280×150×80 мм
Масса	0,85 кг
Со сменным объективом DL167	
Оптическое увеличение	6,3×
Угловое поле зрения	11,3 м/100м (6,5°)
Фокусное расстояние объектива, относительное отверстие	165 мм F/2,0
Диапазон фокусировки объектива	От 25 м до ∞
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	365×150×100 мм
Масса	1,16 кг
Со сменным объективом DL250	
Оптическое увеличение	9,6×
Угловое поле зрения	7,2 м/100м (4,1°)
Фокусное расстояние объектива, относительное отверстие	250 мм F/2,0
Диапазон фокусировки объектива	от 50 м до ∞
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	490×150×150 мм
Масса	2,09 кг
Класс пылевлагозащиты	IP67

Легкий и компактный прибор имеет вес всего 490 г, что достигается применением алюминево-магниевого сплава и современных высокопрочных композитных материалов, в два раза превосходящих по удельной прочности алюминий. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f имеют герметичную конструкцию, заполненную осушенным азотом, которая позволяет защитить прибор от проникновения пыли и влаги, а также препятствует образованию конденсата и запотеванию линз. Органы управления прибора обладают высокой эргономичностью, хорошо ощутимы тактильно и рассчитаны на использование в перчатках.

Способность очков ночного видения DVS-8-DK3/f сохранять полную работоспособность в диапазоне температур от -40 до +50°C при относительной влажности до 98 % достигается высокой точностью изготовления механических узлов ПНВ и применением специальных смазочных материалов. Время непрерывной работы в нормальных климатических условиях составляет не менее 60 ч.

В органах внутренних дел бинокляры и псевдобинокуляры ночного видения применяются для ведения длительного комфортного наблюдения в условиях плохой освещенности объектов, поскольку по сравнению с монокулярами они значительно снижают нагрузку на зрительный аппарат человека. Ночные бинокли необходимы тогда, когда требуется сохранить стереоскопичность зрения в ночных условиях. Например, при обеспечении ориентирования и движения на местности, при управлении движением различных транспортных средств без использования световых приборов видимого диапазона волн и т. д.

Бинокль ночного видения ПН11КМ^{1,2}

Бинокль ночного видения ПН11КМ (рис. 6.49) является биноклярным электронно-оптическим прибором, который предназначен для ведения наблюдения и ориентирования на местности в темное время суток при естественной освещенности от Луны и звезд и в полной темноте с включенным ИК-осветителем.



Рис. 6.49. Бинокль ночного видения ПН11КМ

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn11km/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Бинокль ночного видения ПН11КМ. Руководство по эксплуатации. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН-11КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Конструктивно бинокль состоит из двух одинаковых систем, каждая из которых представляет собой зрительную трубку с ЭОП поколения II+ или III. Электрической схемой прибора предусмотрена защита электронно-оптических преобразователей от кратковременных засветок интенсивными источниками света. Объективы, электронно-оптические преобразователи (ЭОП), окуляры, элемент питания и ИК-осветитель размещены внутри алюминиевого корпуса бинокля ночного видения ПН11КМ.

Внешний вид бинокля ночного видения ПН11КМ с обозначением основных элементов и органов управления представлен на рисунках 6.50, 6.51¹.

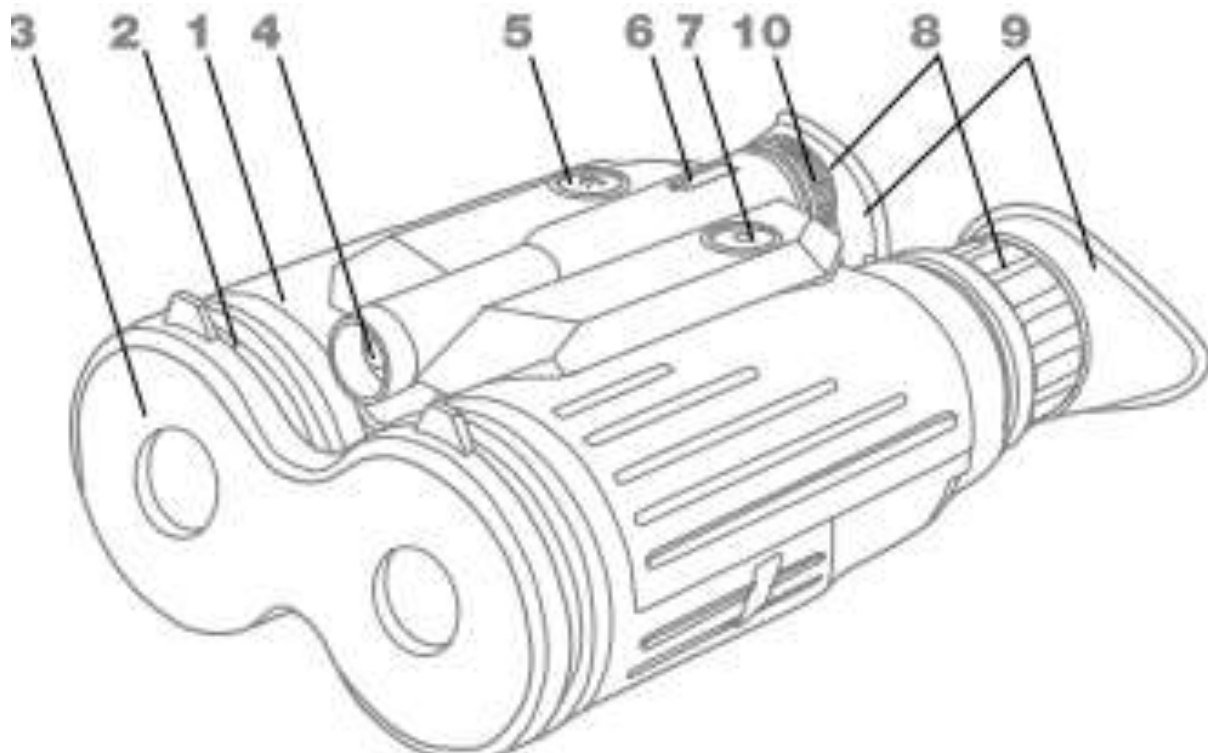


Рис. 6.50. Бинокль ночного видения ПН11КМ (вид сверху)

На рисунке обозначены: 1 — корпус; 2 — объектив; 3 — светофильтр; 4 — ИК-осветитель; 5 — кнопка управления ИК-осветителем; 6 — батарейный отсек; 7 — кнопка включения/выключения; 8 — маховик диоптрийной подвижки окуляра; 9 — наглазник; 10 — крышка.

Получение четкого изображения обеспечивается маховиками диоптрийной подвижки окуляров (8). Фокусировка объективов (2) в диапазоне от 10 м до ∞ осуществляется рычажком фокусировки объектива (1) (рис. 6.51), расположенным в нижней части бинокля. Светофильтр (3) на объективах (2) бинокля обеспечивает его работу в сумерках и в дневное время суток. Резиновые наглазники (9) обеспечивают удобство работы с биноклем и предохраняют глаза от травмы.

В верхней части корпуса (1) размещаются батарейный отсек (6) с элементом питания типа LR6, закрытый крышкой (10), и инфракрасный осветитель (4), который включается при недостаточной освещенности объекта. Включение, выключение и управление мощностью свечения ИК-осветителя осуществляется нажатием кнопки 5. При включении ИК-осветителя мощность его свечения минимальна. При этом в поле зрения правой ветви бинокля начинает светиться желтое пятно. Мощность свечения ИК-осветителя может быть изменена последовательным нажатием кнопки 5. В бинокле ПН11КМ предусмотрены три дискретных положения мощности подсветки — минимальная, средняя и максимальная.

¹ Там же.

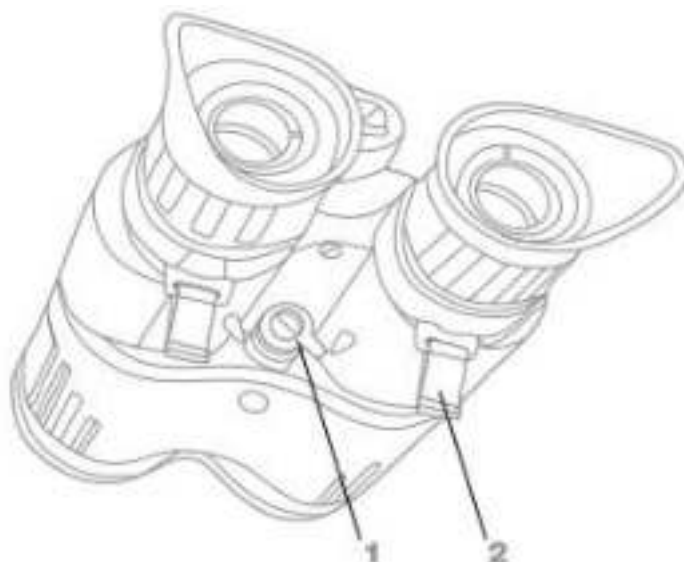


Рис. 6.51. Бинобль ночного видения ПН11КМ (вид снизу)

На рисунке обозначены: 1 — рычажок фокусировки объектива, 2 — ремень.

К основным функциональным особенностям бинокля ночного видения ПН11КМ относятся^{1,2}:

- два ЭОП поколения II+ или III;
- съемные диафрагмы на объективах для работы при повышенной освещенности;
- фокусировка объектива от 10 м до ∞ ;
- автоматическая регулировка яркости экрана электронно-оптических преобразователей;
- индикация включения подсветки и разряда батарей;
- наглазники из мягкой резины.

В правом канале бинокля ночного видения ПН11КМ расположена сетка с дальномерной шкалой, позволяющая производить измерения дистанции от 200 до 1 000 м. Дальномерная шкала рассчитана для размера цели высотой 1,5 м. Вид поля зрения бинокля ПН11КМ показан на рисунке 6.52.

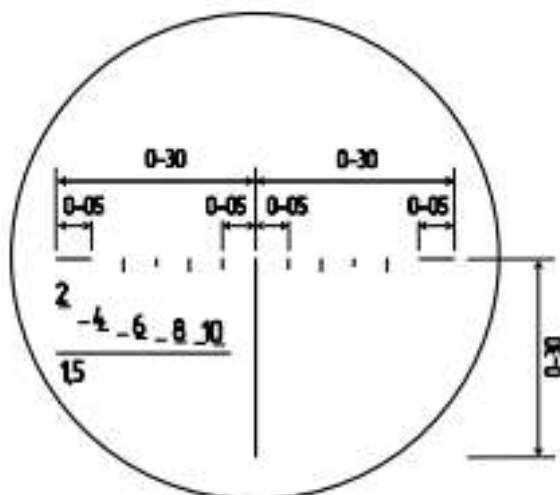


Рис. 6.52. Вид поля зрения бинокля ПН11КМ

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn11km/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Бинобль ночного видения ПН11КМ. Руководство по эксплуатации. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН-11КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Включать бинокль днем либо при высокой освещенности на местности ночью без установленного на объективы светофильтра, а также наблюдать ярко освещенные объекты в темное время суток даже с надетым на объективы светофильтром категорически запрещается.

Основные технические характеристики бинокля ночного видения ПН11КМ представлены в таблице 6.14^{1,2}.

Таблица 6.14

Основные технические характеристики бинокля ночного видения ПН11КМ

Характеристика	Значение
Технические характеристики прибора	
Дальность распознавания ростовой фигуры человека в нормированных условиях	Не менее 450 м
Видимое увеличение каждой ветви	Не менее 5 крат
Угловое поле зрения оптической системы каждой ветви в пространстве предметов	Не менее 12°
Диапазон фокусировки	10 м ÷ ∞
Фокусное расстояние объектива	90 мм
Диапазон диоптрийной подвижки окуляра	±5 дптр
Удаление выходного зрачка от последней поверхности линзы окуляра	Не менее 15 мм
Диаметр выходного зрачка	Не менее 18 мм
Время непрерывной работы бинокля от источника питания без включенного инфракрасного осветителя: — при температуре от 0 до +40°C — при температуре от 0 до -35°C	10 ч 2 ч
Напряжение питания	1,5 В
Тип источника питания	АА, 1 батарея
Габаритные размеры	202х130х64 мм
Масса бинокля	1,35 кг
Технические характеристики ЭОП	
Поколение	II+ (III)
Коэффициент усиления (в зависимости от класса исполнения)	1.8–2.6х10 ⁴
Предел разрешения	30–38 штр/мм
Интегральная чувствительность	200–540 мкА/лм
Отношение сигнал-шум	40–55
Ток потребления	16–20 мА

Бинокль ночного видения ПН11КМ имеет прочную, влагозащищенную конструкцию, которая обеспечивает комфортное наблюдение при любой базе глаз. Бинокль может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от — 35 до +40°C и относительной влажности до 98% при температуре 25°C. Питание бинокля осуществляется от одного элемента типа LR6.

К недостаткам бинокля ночного видения ПН11КМ может быть отнесена необходимость оснащения прибора двумя объективами, двумя электронно-оптическими преобразова-

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn11km/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Бинокль ночного видения ПН11КМ. Руководство по эксплуатации. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН-11КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

телями и двумя окулярами. Высокая стоимость современного ЭОП, обусловленная сложностью производственного процесса, несомненно способствует выбору псевдобинокулярной схемы с одним ЭОП.

Наряду с портативными и носимыми приборами ночного видения для наблюдения в темное время суток на больших расстояниях могут использоваться стационарные приборы со специальными оптическими системами. Примером подобного прибора ночного видения может служить прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ производства АО «Новосибирский приборостроительный завод».

Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ^{1,2,3}

Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ (рис. 6.53) предназначен для обнаружения и ведения наблюдения за объектами в темное время суток при естественной ночной освещенности на больших расстояниях до 2 500 м. Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ может быть установлен на специальную треногу, снабженную лимбом с отсчетным механизмом, на обычную треногу без лимба на вилочной монтировке, а также может комплектоваться металлической стойкой для жесткого крепления к палубе или другому основанию.



Рис. 6.53. Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ на треноге

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pdn-km/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПДН-К, ПДН-КМ. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПДН-К%20-КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/pdn-km/> (дата обращения: 01.03.2023).

К основным функциональным особенностям прибора дальнего наблюдения ПДН-КМ могут быть отнесены^{1,2,3}:

- обнаружение объектов на дальности до 2 500 м;
- электронно-оптический преобразователь поколения II+ или III;
- уникальная зеркально-линзовая оптическая система высокой светосилы, улучшающая пропускание в инфракрасной области спектра;
- крышка с диафрагмой для работы в условиях повышенной освещенности;
- дальномерная сетка с подсветкой;
- диапазон вращения в горизонтальной плоскости 360°;
- возможность присоединения к окуляру с помощью адаптеров объективов видеокамер, имеющих резьбу под светофильтр М37х0,75, М40,5х0,5, М49х0,75, М52х0,75;
- возможность эксплуатации прибора в широком диапазоне температур от -50 до +50°C и относительной влажности 80% при температуре 25°C.

Ключевой функцией электронно-оптического прибора дальнего наблюдения ПДН-КМ является преобразование (усиление) изображения объекта малой яркости в видимое изображение. Для выполнения данной функции в составе ПДН-КМ предусмотрены следующие основные конструктивные элементы и принадлежности (табл. 6.15)⁴.

Таблица 6.15

Основные конструктивные элементы, входящие в комплект ПДН-КМ

Элемент	Функциональное назначение
Визир	Прибор наблюдения
Тренога или стойка	Для установки визира ПДН-КМ
Крышка	Для защиты объектива визира от механических повреждений и обеспечения работы прибора в сумерках
Чехол	Для защиты визира, установленного в рабочем положении, от воздействия прямых солнечных лучей и атмосферных осадков
Салфетка	Для очистки загрязненных поверхностей визира
Футляр	Для укладки визира
Чехол	Для укладки треноги

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL:https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pdn-km/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПДН-К, ПДН-КМ. URL:<https://npzoptics.ru/files/ПДН-К%20-КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/pdn-km/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПДН-К, ПДН-КМ. URL:<https://npzoptics.ru/files/ПДН-К%20-КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Основные функциональные элементы визира прибора дальнего наблюдения ПДН-КМ представлены на рисунке 6.54¹.

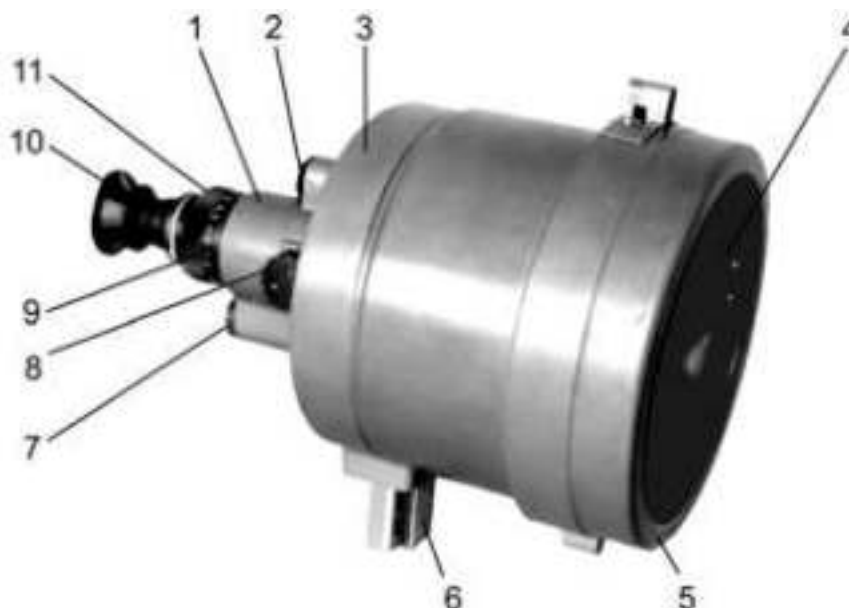


Рис. 6.54. Основные функциональные элементы визира прибора дальнего наблюдения ПДН-КМ

На рисунке 6.54 обозначены следующие функциональные элементы визира: 1 — электронно-оптический преобразователь; 2 — кнопка включения и выключения визира; 3 — корпус визира; 4 — объектив; 5 — колпак, ограничивающий попадание в поле зрения посторонних источников света, мешающих наблюдению (надевается при работе в ночных условиях); 6 — посадочное место типа вилочный кронштейн; 7 — крышка, закрывающая два элемента типа R 6, размещенные в нижней части корпуса визира; 8 — маховичок (фокусировка объектива), вращение которого позволяет достичь четкого изображения наблюдаемого объекта; 9 — диоптрийная подвижка окуляра; 10 — резиновый наглазник, который обеспечивает удобство работы и предохраняет глаз от травм; 11 — окуляр.

С помощью адаптера на визир может быть установлена видеокамера. Для этого необходимо вывинтить наглазник в оправе с окуляра визира, ввинтить адаптер по резьбе M37×0,75, вращая за малое кольцо с накаткой, в объектив видеокамеры, а затем состыковать визир с видеокамерой при помощи адаптера, вращая большое кольцо с накаткой, до полного соединения визира с видеокамерой.

Основные тактико-технические характеристики прибора дальнего наблюдения ПДН-КМ и технические характеристики электронно-оптического преобразователя, входящего в состав данного прибора, приведены в таблицах 6.16, 6.17^{2,3,4}.

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПДН-К, ПДН-КМ. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПДН-К%20-КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pdn-km/ (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПДН-К, ПДН-КМ. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПДН-К%20-КМ.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/pdn-km/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.16

**Основные тактико-технические характеристики прибора
дальнего наблюдения ПДН-КМ**

Характеристика	Значение
Предел распознавания	2 500 м
Диаметр объектива	200 мм
Фокусное расстояние	250 мм
Угловое разрешение при освещенности 5×10^{-3} лк	Не более 50 с
Видимое увеличение	9 крат
Поле зрения	$3,83^\circ$
Диоптрийная подвижка окуляров	± 4 дптр
Удаление выходного зрачка	50 мм
Диаметр выходного зрачка	4,5 мм
Цена деления сетки нитей	5 тыс.
Источник питания	АА, 2 шт.
Напряжение питания	3,0–0,5 В
Потребляемый ток	Не более 40 мА
Диапазон наклона визирной оси	$\pm 45^\circ$
Габаритные размеры	410x420x410 мм
Вес прибора	13 кг
Вес с треногой	20 кг
Вес в упаковке	36 кг

Таблица 6.17

**Технические характеристики электронно-оптического преобразователя
прибора дальнего наблюдения ПДН-КМ**

Характеристика	Значение
Поколение ЭОП	II+
Коэффициент усиления (в зависимости от класса исполнения)	$1,8\text{--}2,6 \times 10^4$
Предел разрешения	38–40 штр/мм
Интегральная чувствительность	200–540 мкА/лм
Отношение сигнал-шум	40–55
Ток потребления	16–20 мА

В завершение темы приборов ночного видения, следует еще раз подчеркнуть, что технологией производства электронно-оптических преобразователей поколения III в настоящее время обладают только две страны в мире — Российская Федерация и США. Одним из российских производителей ЭОП поколения III является АО «Новосибирский приборостроительный завод». Примером электронно-оптического преобразователя собственной разработки АО «НПЗ» является электронно-оптический преобразователь ЭП30ГА (У).

Электронно-оптический преобразователь ЭП30ГА (У)¹

Внешний вид электронно-оптического преобразователя ЭП30ГА (У) представлен на рисунках 6.55, 6.56.



Рис. 6.55. Внешний вид электронно-оптического преобразователя ЭП30ГА (У)

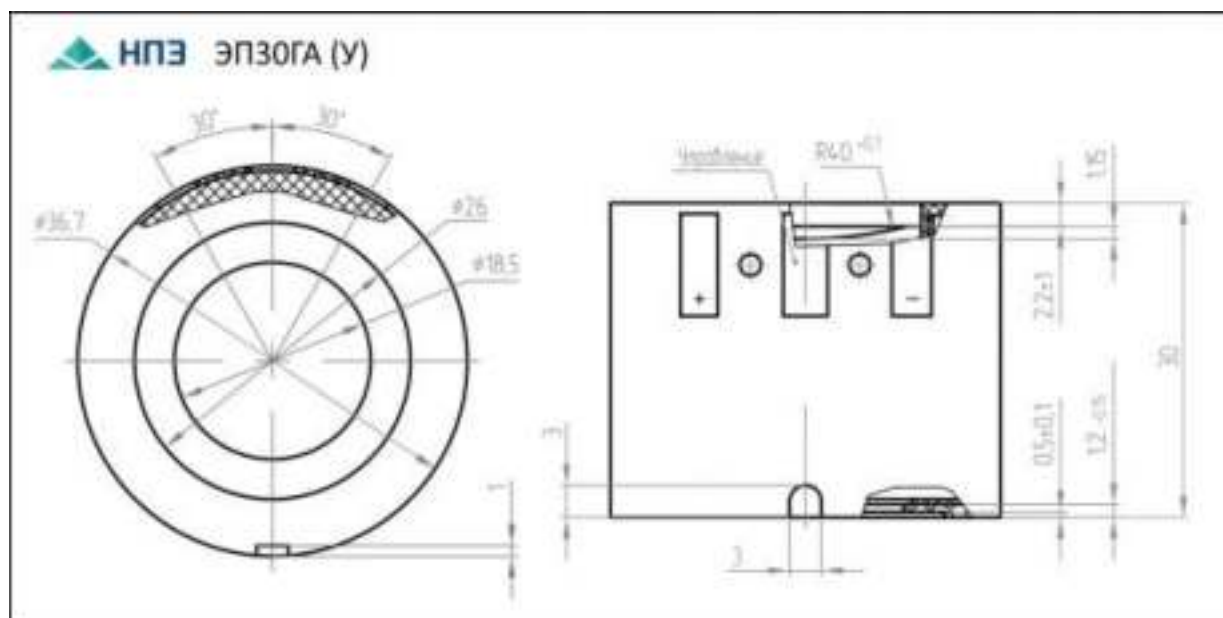


Рис. 6.56. Внешний вид электронно-оптического преобразователя ЭП30ГА (У)

Ключевой особенностью данного ЭОП является встроенная функция «Автогейтинг» (auto-gating), позволяющая использовать прибор без светофильтра в условиях динамического освещения при резких вспышках, засветках и попадании дневного света.

Модификация ЭП30ГА (У) позволяет осуществлять внешнюю регулировку коэффициента усиления, тогда как в ЭП30ГА данная функция отсутствует. Технические характеристики электронно-оптического преобразователя ЭП30ГА (У) представлены в таблице 6.18².

¹ Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/eop/ep30ga_u/ (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». URL: https://npzoptics.ru/catalog/eop/ep30ga_u/ (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.18

Технические характеристики ЭОП ЭП30ГА (У)

Характеристика	Значение
Рабочий диаметр фотокатода	17,5 мм
Тип фотокатода	GaAs
Материал выхода	ВОЭ, инвертор вогнутый R=40 мм
Тип люминофора	P43, возможно исполнение с P22 и P45 (люминофор P45 имеет белый цвет свечения)
Предел разрешения	Не менее 63 штр/мм
Интегральная чувствительность фотокатода	Не менее 1 900 мкА/лм
Спектральная чувствительность фотокатода ($\lambda=850$ нм)	Не менее 185 мА/Вт
Коэффициент преобразования	Не менее 35 000–80 000 отн.ед.
Яркость экрана в режиме работы АРЯ	2–14 кд/м ²
Яркость темного фона	Не более 3 кд/м ² × 10 ⁻³
Автогейтинг	Есть
Отношение сигнал/шум	Не менее 24
Ток потребления	Не более 35 мА, при U=3В
Напряжение питания	2,0 ÷ 3,6 В
Масса	Не более 85 г

Несмотря на очевидные преимущества приборов ночного видения, в некоторых случаях они могут оказаться бессильны. В предельной темноте, когда даже высокой чувствительности арсенид-галлиевого фотокатода ЭОП поколения III+, в плохих погодных условиях, например в условиях идущего дождя или снега, в дыму или тумане, за листвой или при встречной засветке мощным источником света возможностей прибора ночного видения может оказаться недостаточно для ведения непрерывного информативного наблюдения за объектом.

Более того, при использовании ИК-осветителя с длиной волны 805 нм прибор ночного видения не обеспечивает скрытности наблюдения, так как пятно свечения светодиода в красном свете и луч видно через другой прибор ночного видения. Для стрелкового оружия с ночным прицелом ИК-осветитель может служить удобной точкой прицеливания. В таком случае на помощь наблюдателю приходят современные тепловизионные средства наблюдения и разведки, позволяющие независимо от уровня освещенности, интенсивности световых помех и степени прозрачности атмосферы не только обнаружить тепловую цель, но и идентифицировать ее на большом расстоянии.

6.4.2. Тепловизионные средства наблюдения и разведки

Как уже отмечалось выше, все объекты, температура которых превышает абсолютный ноль (-273,2°C) излучают электромагнитные волны в средневолновом (Mid-wavelength infrared) и длинноволновом (Long-wavelength infrared) поддиапазонах инфракрасного диапазона. Возможность регистрации излучения теплых объектов в основном зависит от температуры объекта и окружающего фона и практически не зависит от уровня освещенности в видимом диапазоне.

При этом с увеличением температуры объекта длина волны собственного электромагнитного излучения объекта уменьшается. Для предметов, чья температура находится в диапазоне от -50 до +50°C максимум теплового излучения приходится на диапазон длин волн от 8 до 15 мкм. Тело человека при нормальной температуре имеет наибольшую энергию излучения на частоте около 10 мкм. Тепловое свечение объектов с температурой около 1 000°C

и выше видно невооружённым глазом. Подробная схема деления инфракрасного диапазона на поддиапазоны была представлена в таблице 6.6¹.

В соответствии с данной таблицей инфракрасный диапазон, занимающий область спектра электромагнитных волн между красными лучами видимого света с длиной волны 0,75 мкм и радиоизлучением с длинами волн от 1 000 мкм, условно разделен на следующие поддиапазоны:

1. Ближний инфракрасный поддиапазон спектра (Near-infrared, NIR) с длинами волн от 0,75 до 1,4 мкм. В ближнем инфракрасном поддиапазоне и в видимом диапазоне работают приборы ночного видения за счет регистрации излучения, отраженного от объекта наблюдения и фона.

2. Коротковолновый инфракрасный поддиапазон (Short-wavelength infrared, SWIR) с длинами волн от 1,4 до 3 мкм. В данном поддиапазоне работают SWIR-приборы и профессиональные дальномеры. При длине волны 1 450 нм значительно возрастает поглощение электромагнитного излучения водой. Диапазон от 1 530 до 1 560 нм преобладает в области дальней связи.

3. Средневолновый инфракрасный поддиапазон (Mid-wavelength infrared, MWIR) с длинами волн от 3 до 8 мкм. В MWIR поддиапазоне начинают излучать тела, нагретые до нескольких сотен градусов Цельсия. В данном поддиапазоне работают охлаждаемые высокочувствительные профессиональные тепловизоры.

4. Длинноволновый инфракрасный поддиапазон (Long-wavelength infrared, LWIR) с длинами волн от 8 до 15 мкм. В этом поддиапазоне начинают излучать тела с температурами около нуля градусов Цельсия. В LWIR поддиапазоне, соответствующем одному из окон прозрачности атмосферы, работают современные компактные неохлаждаемые тепловизионные приборы.

5. Дальний инфракрасный поддиапазон (Far-infrared, FIR) с длинами волн от 15 до 1 000 мкм.

Принятое деление инфракрасного диапазона, занимающего достаточно протяженную спектральную область, на несколько поддиапазонов связано как с чувствительностью существующих приёмников излучения, так и с наличием спектральных окон прозрачности атмосферы. Спектральные окна прозрачности атмосферы в NIR, SWIR, MWIR и LWIR поддиапазонах инфракрасного диапазона представлены на рисунках 6.57 и 6.58².

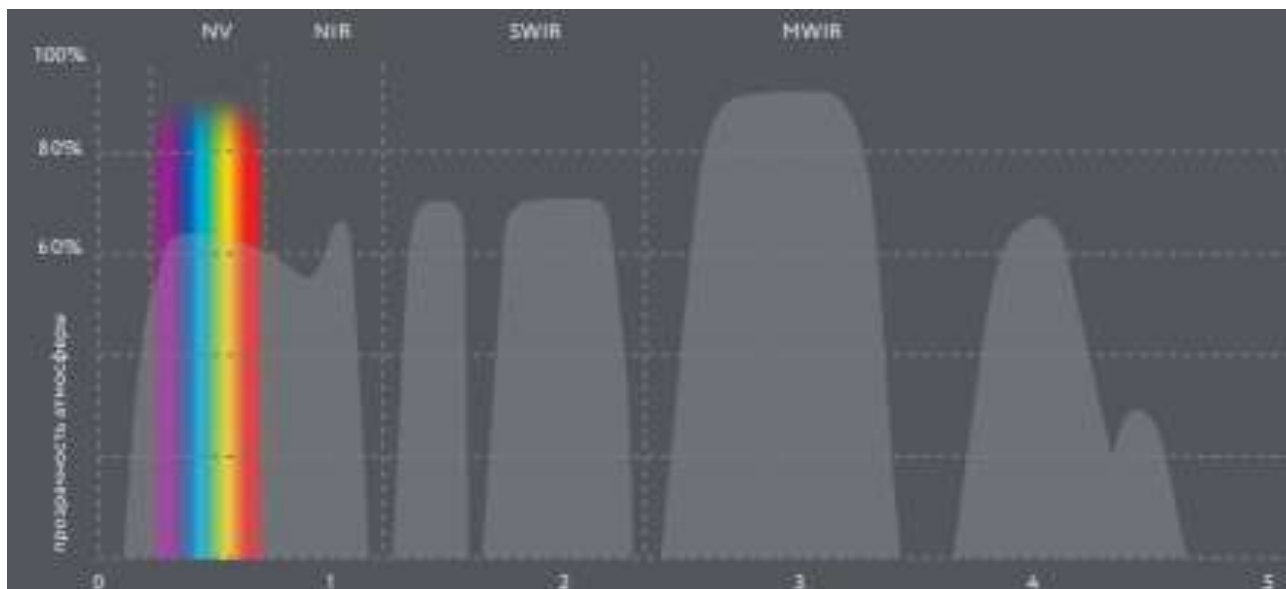


Рис. 6.57. Спектральные окна прозрачности в NIR, SWIR и MWIR поддиапазонах

¹ Инфракрасное излучение. Материал из Википедии. URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/ Инфракрасное_излучение#cite_note-Byrnes-6](https://ru.wikipedia.org/wiki/Инфракрасное_излучение#cite_note-Byrnes-6) (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт АО «Дедал-НВ». URL:https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef_111ccf5137e60dd1a8.pdf (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.58. Спектральные окна прозрачности в LWIR поддиапазоне

Современные тепловизионные средства, относящиеся к техническим средствам поиска, наблюдения и контроля, представляют собой аппаратный или аппаратно-программный комплекс, осуществляющий двумерное преобразование собственного теплового излучения объектов, местности или фона в диапазоне длин волн от 3 до 5 или от 8 до 14 мкм в видимое изображение с представлением соответствующего двумерного образа температурного распределения наблюдаемых объектов на экране видеоконтрольного устройства¹.

Благодаря восприятию собственного теплового излучения объектов в средневолновом и длинноволновом поддиапазонах инфракрасного диапазона через среды, непрозрачные для излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов, тепловизионные системы обеспечивают возможность ведения наблюдения на значительных расстояниях независимо от уровня освещённости, интенсивности световых помех и степени прозрачности атмосферы.

Тепловизионные средства наблюдения и разведки выпускаются в виде камер, портативных бинокулярных и монокулярных средств наблюдения, прицелов и прицельных комплексов, комбинированных многоспектральных систем и т. п.

Ключевыми компонентами тепловизора являются²:

1. Термочувствительная (болومترическая) матрица.

В основе конструкции тепловизионной системы лежит неохлаждаемая или охлаждаемая микроболومترическая матрица, состоящая из массива термочувствительных элементов (болометров) и схемы предварительной обработки сигналов. Конструктивно болومتر представляет собой биметаллический термочувствительный элемент, изменяющий сопротивление в зависимости от падающего на него электромагнитного излучения инфракрасного диапазона.

Размер матрицы в тепловизорах обозначается количеством термочувствительных элементов по горизонтали и вертикали. Разрешение матрицы (количество пикселей) оказывает прямое влияние на качество тепловизионного изображения. Размер термочувствительной матрицы профессиональной тепловизионной системы составляет 640х480 термочувствительных элементов (пикселей). Внешний вид термочувствительной матрицы тепловизора представлен на рисунке 6.59.

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт компании DNS. URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-342-izmeritelnyie-priboryi/42744-pochemu-teplovizoryi-tak-dorogo-stoyat> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.59. Термочувствительная матрица тепловизора

Для производства полупроводниковых матриц, как правило, используется кремний в сочетании с окислами никеля, марганца или кобальта. Каждая ячейка болометрической матрицы состоит из двух пленочных термисторов, толщина которых не превышает 10 мкм. Термистор, подвергающийся воздействию излучения, называется активным, а термистор, находящийся в изолированной от внешнего излучения области, — компенсационным. Пара термисторов ячейки герметична. При попадании теплового излучения на активный термистор он нагревается и его сопротивление увеличивается. По разности потенциалов на выводах термисторов одной ячейки рассчитывается уровень температуры, действующей на ячейку ИК-излучения.

Температурная чувствительность болометрической матрицы или эквивалентная шуму разность температур NETD (Noise Equivalent Temperature Difference) является важнейшим параметром, характеризующим качество тепловизионной болометрической матрицы. Данный параметр характеризует такую температуру наблюдаемого объекта, сигнал от которой равен сигналу от шума, и измеряется в милликельвинах (мК).

Чем ниже значение NETD, указанное в милликельвинах, тем лучше сенсор может фиксировать малые разницы температур наблюдаемых объектов. У современных тепловизоров, даже с неохлаждаемыми матрицами, данная величина равна сотым долям градуса. Фактически равные как единицы измерения, градус Кельвина и градус Цельсия отличаются разным началом шкалы измерения. Поэтому значение параметра NETD 50 мК соответствует разрешающей температурной способности тепловизора 0,05°C. Калибровка болометрической матрицы производится попиксельно.

2. Оптическая система.

Основной преградой на пути получения тепловизионного изображения являются оптические свойства обычного боросиликатного стекла, которое пропускает электромагнитные волны видимого диапазона, но не пропускает волны ультрафиолетового и инфракрасного спектра.

Решением данной проблемы стало использование германия (Ge) для изготовления оптической системы тепловизора. Свойства данного материала диаметрально противоположны свойствам стекла. Германий непрозрачен для электромагнитных волн видимого диапазона, но обеспечивает при этом высокий коэффициент пропускания теплового излучения. Герма-

ниевая линза имеет зеленоватый или красноватый оттенок и непрозрачна для глаза человека. Образцы германиевых линз представлены на рисунке 6.60¹.



Рис. 6.60. Образцы германиевых линз

Высокая цена тепловизионных систем обусловлена тем, что германий как материал характеризуется высокой стоимостью, хрупкостью и капризностью в обработке. Для изготовления оптической системы тепловизора требуется достаточно большое количество дорогостоящего материала, поскольку германиевая линза имеет достаточно высокий коэффициент преломления и большую плотность в сравнении с боросиликатными линзами. Кроме того для изготовления линз из германия требуется ювелирная точность производства, а также длительная последующая шлифовка и полировка готового изделия.

Существенное удешевление производства тепловизионной системы может быть достигнуто путем создания оптической системы на основе боросиликатного стекла с добавлением халькогенидов, таких как сера, теллур и селен. Халькогениды наделяют обычное стекло оптической проницаемостью в инфракрасном диапазоне, но снижают при этом качество линз.

Специальная асферическая германиевая оптика, термочувствительная матрица высокого разрешения, собственное программное обеспечение, оригинальные алгоритмы обработки и мощный процессор современного тепловизора обеспечивают наблюдателю максимально качественное, детальное тепловое изображение, а также рекордные дистанции обнаружения и распознавания цели. Примером подобного тепловизора является тепловизионный монокуляр «Forester» производства российской компании АО «Дедал-НВ», который будет подробно рассмотрен ниже.

В целом, для тепловизионных систем данной компании характерны следующие функциональные особенности²:

- термостабилизированная высококачественная асферическая оптика;
- современные инфракрасные сенсоры;

¹ Сайт компании DNS. URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-342-izmeritelnyie-priboryi/42744-pochemu-teplovizoryi-tak-dorogo-stoyat> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

- автоматическая система калибровки сенсора без затвора (shutterless), которая постоянно оптимизирует работу прицела в изменяющихся условиях наблюдения, не требует ручных настроек, абсолютно бесшумна и позволяет вести непрерывное наблюдение;
- система динамического контрастирования для высокого качества изображения;
- ввод и сохранение собственных баллистических данных по беспроводному каналу;
- встроенный дальномер, позволяющий мгновенно измерить дистанцию до тепловой цели, и автоматический ввод поправок;
- широкий выбор прицельных сеток, цветовых палитр и режимов работы;
- максимально быстрое включение (< 3 с) и низкое энергопотребление;
- легкость, компактность, эргономичность и высокая ударная стойкость;
- пыле- и водонепроницаемость (IP67) и возможность работы в экстремальных условиях от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$.

Важнейшими характеристиками тепловизора являются предельные расстояния обнаружения и распознавания целей¹. Предельная дальность обнаружения и распознавания являются вероятностными величинами и подчиняются логнормальному интегральному закону распределения. Предварительный расчет этих величин осуществляется на основе критериев Джонсона (всего четыре), которые лежат в основе современной методологии визуального восприятия объектов.

Современные критерии визуального восприятия (три) несколько отличаются от сформулированных Джонсоном, но также носят его имя, однако в отечественной научно-технической литературе, как правило, используются только два критерия восприятия — обнаружение и распознавание, причем распознавание соответствует по критерию Джонсона уровню идентификации.

В зависимости от дальности действия тепловизоры делятся на три группы²:

1. Малой дальности действия.

К этой группе относятся удерживаемые в руках портативные тепловизоры весом до 2 кг, малогабаритные прицелы для стрелкового оружия, а также нашлемные и наголовные приборы наблюдения, обеспечивающие обнаружение цели на расстоянии до 0,7–1,0 км по ростовой фигуре человека и до 1,5–2,0 км по автомашине.

2. Средней дальности действия.

В состав второй группы входят носимые или временно устанавливаемые на штативе приборы наблюдения, способные обнаружить цель на расстоянии до 1,2—1,5 по ростовой фигуре человека, до 2–4 км по автомашине, а также до 8 км по самолету.

3. Повышенной дальности действия.

Третья группа поисковых тепловизоров состоит из стационарно размещаемых приборов, оснащенных длиннофокусной оптикой, а также возимых или устанавливаемых на транспортных средствах систем наблюдения, с дальностью действия, превышающей среднюю.

Ниже будут рассмотрены примеры тепловизионных средств наблюдения и разведки, относящихся ко всем трем группам.

Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester»^{3,4}

Тепловизионный монокуляр «Forester» (рис. 6.61–6.66) предназначен для ведения наблюдения при любых условиях освещенности (день, ночь, сумерки), в том числе в полной темноте и при любых погодных условиях (дождь, туман, снегопад и т. п.).

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

³ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/forester/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного прибора «Forester». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/aeb/aeb9423be7b1129bd8f8f7a44685a94a.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Тепловизионный монокуляр «Forester» может быть использован не только в качестве автономного всепогодного прибора наблюдения и записи фото/видеоинформации (основной режим работы), но и тепловизионной предобъективной насадки (вспомогательный режим работы). Малый вес и компактность тепловизионной насадки «Forester» позволяют устанавливать ее непосредственно на объектив дневного прицела через кольцевой адаптер, что позволяет вести эффективную стрельбу с дневным прицелом при недостаточной освещенности или в неблагоприятных условиях.



Рис. 6.61. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» (вид со стороны объектива слева)



Рис. 6.62. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» (вид со стороны объектива справа)



Рис. 6.63. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» (вид со стороны окуляра)



Рис. 6.64. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» (вид сбоку слева)



Рис. 6.65. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» (вид сбоку справа)



Рис. 6.66. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» (вид сверху)

Основные конструктивные элементы и органы управления тепловизионного монокуляра/насадки «Forester» представлены на рисунке 6.67¹.



Рис. 6.67. Основные конструктивные элементы и органы управления тепловизионного монокуляра/насадки «Forester»

На рисунке 6.67 обозначены: 1 — объектив; 2 — кольцо фокусировки объектива; 3 — кнопка «Увеличение параметра»/(«Выход из меню»); 4 — кнопка «Меню»/«ОК»;

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного прибора «Forester». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/aeb/aeb9423be7b1129bd8f8f7a44685a94a.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

5 — кнопка «Вкл/Откл»/«Уменьшение параметра»); 6 — окуляр; 7 — светозащитный наглазник; 8 — винт затяжки батарейного отсека; 9 — крышка батарейного отсека; 10 — корпус изделия; 11 — заглушка гнезда для подключения внешнего источника питания и кабеля для передачи данных на компьютер.

Благодаря применению в конструкции прибора алюминий-магниевого сплава и современных высокопрочных композитных материалов, имеющих удельную прочность в 2 раза выше, чем у алюминия, вес тепловизионной насадки/монокуляра «Forester» составляет всего 360 г. Органы управления прибора обладают высокой эргономичностью, хорошо ощущаются тактильно и рассчитаны на использование в перчатках.

К основным функциональным особенностям тепловизионного монокуляра Forester относятся^{1,2}:

1. Термостабилизированная высококачественная асферическая оптика.

Оптическая система насадки/монокуляра отличается превосходным качеством, высокой светосилой и детализацией изображения в пределах всего углового поля. Конструкция объектива обеспечивает четкое изображение во всем диапазоне фокусировки и сохранение СТП в любых температурных условиях.

2. Современный инфракрасный сенсор.

Тепловизионная насадка/монокуляр «Forester» построена на базе высокотехнологичного неохлаждаемого современного инфракрасного сенсора (рис. 6.68), отличающегося высокой чувствительностью и надёжностью. Высокая частота обновления кадров позволяет получать четкое изображение быстро движущихся целей без смазывания.

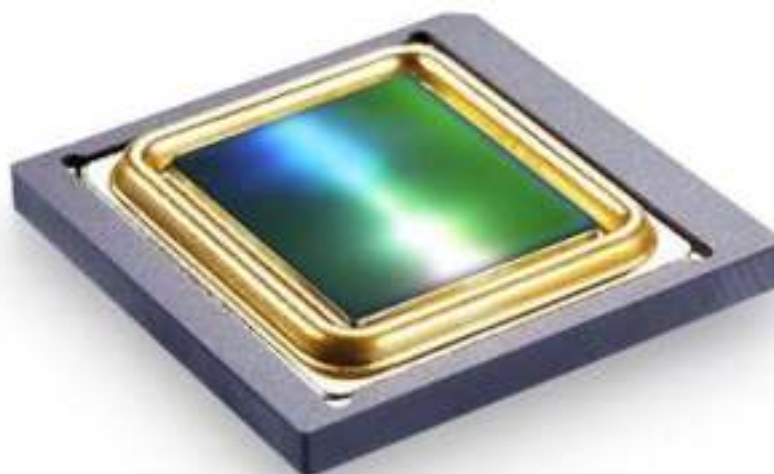


Рис. 6.68. Высокотехнологичный неохлаждаемый инфракрасный сенсор тепловизионного монокуляра/насадки «Forester»

3. Высококачественный дисплей.

В насадку устанавливается высококачественный AMOLED-дисплей высокого разрешения (рис. 6.69), использующий органические светодиоды в качестве светоизлучающих элементов, что обеспечивает время отклика 0,01 мс, низкое энергопотребление, способность отображать большую цветовую гамму. Дисплей имеет высокую яркость, цветность и контрастность изображения. Устойчив к большому перепаду температур.

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/forester/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного прибора «Forester». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/aeb/aeb9423be7b1129bd8f8f7a44685a94a.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.69. Высококачественный AMOLED-дисплей высокого разрешения тепловизионного монокуляра/насадки «Forester»

4. Собственное программное обеспечение.

Оригинальные алгоритмы обработки изображения и уникальная система динамического контрастирования обеспечивают максимально информативное тепловое изображение с предельно высоким разрешением.

5. Восемь оригинальных цветовых схем с выделением теплых объектов.

Наличие восьми вариантов цветовых схем позволяет пользователю выбрать наиболее комфортную цветовую палитру. Наряду с классическим черно-белым изображением максимально информативным является выделение тепловой цели красным цветом на черно-белом фоне (рис. 6.70).



Рис. 6.70. Использование цветовой схемы с выделением тепловой цели красным цветом на черно-белом фоне

6. Три различных автоматических режима работы тепловизора.

Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» имеет три различных автоматических режима работы, отличающихся настройками и алгоритмами обработки цифрового сигнала, получаемого от сенсора. Система позволяет выбрать оптимальный вариант теплового изображения по детализации, яркости, контрасту и уровню шумов с учетом личных предпочтений в различных условиях наблюдения (рис. 6.71).

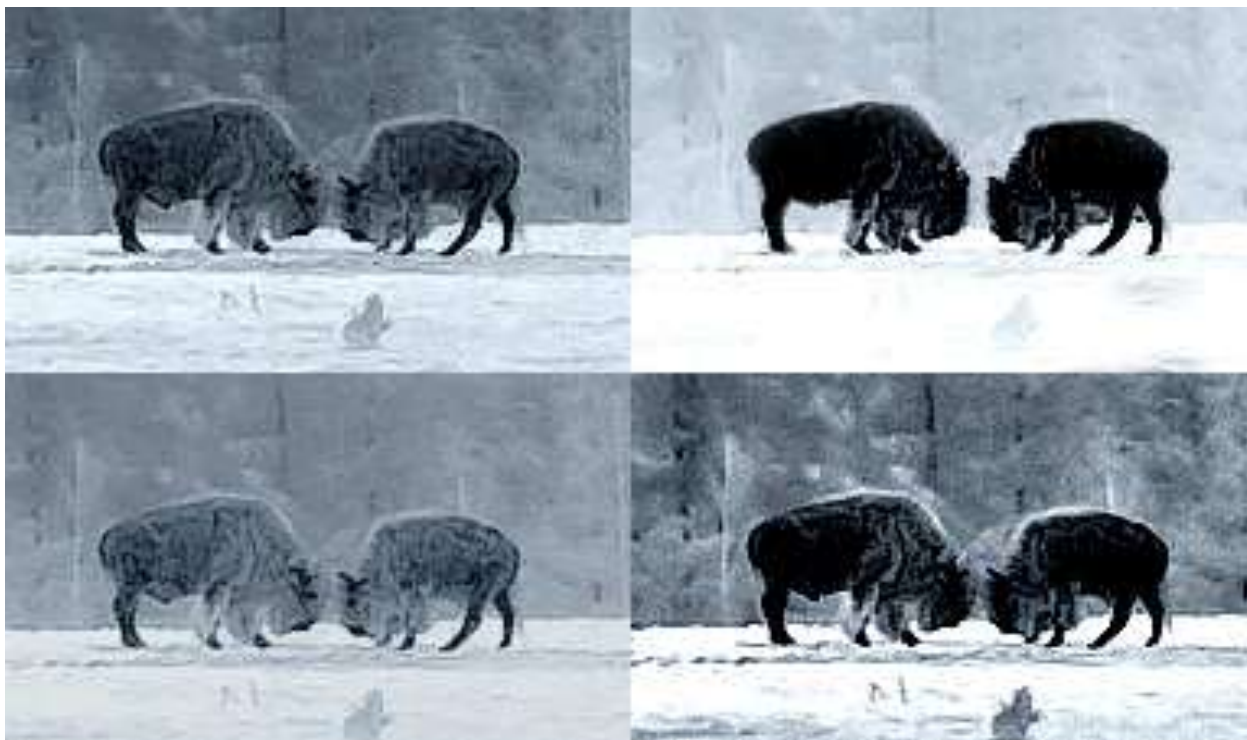


Рис. 6.71. Варианты теплового изображения тепловизора «Forester»

7. Сохранение всех преимуществ дневного прицела.

Применение тепловизионного монокуляра/насадки «Forester» в качестве предобъективной тепловизионной насадки позволяет сохранить все преимущества дневного прицела — изменение оптической кратности и введение баллистических поправок. Небольшой вес и габариты насадки «Forester» позволяют устанавливать ее на объектив дневного прицела через кольцевой адаптер. Пример использования тепловизионной насадки «Forester» с дневным прицелом представлен на рисунке 6.72.



Рис. 6.72. Пример использования тепловизионной насадки «Forester» с дневным прицелом

8. Низкое энергопотребление.

Насадка непрерывно работает от двух литиевых элементов питания типа CR123 более 4 ч. Увеличение времени работы прибора может быть обеспечено за счет бытового powerbank (8–10 ч), аккумуляторного блока БП-1 с аккумуляторами типа «18650» (12–14 ч) или внешнего навесного источника питания DDL-40 (20–24 ч).

Основные технические характеристики тепловизионного монокуляра «Forester» представлены в таблице 6.19^{1,2}.

Таблица. 6.19

Основные технические характеристики тепловизионного монокуляра «Forester»

Характеристика	Значение
Оптическое увеличение в режиме «насадка»	1×
Оптическое увеличение в режиме «монокуляр»	2×
Угловое поле зрения по горизонтали	17,1 м/100м (9,8°)
Угловое поле зрения по вертикали	10,8 м/100м (6,2°)
Объектив	38 мм F/1,2
Диапазон фокусировки объектива	от 5 м до ∞
Тип приемника излучения	Неохлаждаемая микроболометрическая матрица
Спектральный диапазон чувствительности	от 8 до 14 мкм
Разрешение тепловизионной матрицы	384×288 пикс.
Размер элемента тепловизионной матрицы	17 мкм
Кадровая частота тепловизионного модуля	50 Гц
Время выхода на рабочий режим	<6 с
Принцип калибровки	Автоматическая калибровочная шторка
Температурная чувствительность тепловизионного сенсора (NETD)	<35 мК
Тип дисплея	AMOLED
Разрешение дисплея (гор×верт)	800×500 пикс.
Диаметр выходного зрачка	20 мм
Удаление выходного зрачка	25 мм
Диоптрийная подстройка окуляра	От -3 до +3 дптр.
Источник питания	2 элемента типа «CR123»
Время непрерывной работы (при температуре 23°C)	не менее 6 ч
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	137×72×56 мм
Масса	0,36 кг
Температура эксплуатации	От -20 до +50°C
Относительная влажность эксплуатации	До 98%
Класс пылевлагозащиты	IP67

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/forester/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного прибора «Forester». URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/aeb/aeb9423be7b1129bd8f7a44685a94a.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Для защиты от проникновения пыли и влаги прибор имеет герметичную конструкцию, заполненную азотом, что препятствует образованию конденсата внутри прибора и запотеванию линз. В соответствии с классом пылевлагозащиты IP67 тепловизор способен выдерживать погружение на глубину 1 м в течение 30 мин.

Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester» имеет дружественное и интуитивно понятное меню, позволяющее пользователю без длительного изучения руководства по эксплуатации быстро настроить прибор под свои задачи. Пользователь имеет возможность назначать функционал органов управления прибора.

Цифровое увеличение 2х позволяет более детально рассмотреть тепловой объект, особенно на больших дистанциях. Функция встроенной фото/видеозаписи позволяет сохранять на внутренней памяти прибора до 50 фотографий и до 20 видео продолжительностью по 10 мин. Для подключения внешней аккумуляторной батареи или устройства видеозаписи (видеорекордера) тепловизионный монокуляр «Forester» оборудован герметичным разъемом USB Type C.

Прибор рассчитан на работу в экстремальных температурных условиях от -20 до +50°C. Это достигается высокой точностью изготовления механических узлов прицела (допуск 3 мкм) и применением специальных смазочных материалов.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ»^{1,2,3}

Тепловизионные средства малой дальности серии «КАТРАН» производства НПЦ «Спектр-АТ» построены на базе матричных многоэлементных неохлаждаемых ИК-преобразователей и предназначены для наблюдения за объектами или охраняемыми зонами в любое время суток и в сложных метеоусловиях.

Портативные тепловизионные средства «КАТРАН-СМ», «КАТРАН-М», «КАТРАН-2М», «КАТРАН-3Б» и «КАТРАН-4», которые относятся к тепловизорам серии «КАТРАН» производства НПЦ «Спектр-АТ», а также тепловизионные средства других производителей будут подробно рассмотрены ниже.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ» (рис. 6.73, 6.74) предназначена для ведения наблюдения за объектами или охраняемыми зонами в любое время суток в сложных метеоусловиях, патрулирования территории, решения антитеррористических и специальных задач, а также проведения поисково-спасательных операций, в том числе во время стихийных бедствий.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ» является портативным малогабаритным, серийно выпускаемым эффективным универсальным средством всепогодного и круглосуточного наблюдения, обладающим лучшими среди близких аналогов весогабаритными и функциональными характеристиками.

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-см-4-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 22–23.

³ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника» : сборник докладов / под общ. ред. Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — Москва. 2016. — 148 с. С.18–22. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page18.html> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.73. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ»



Рис. 6.74. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ»

Прибор предназначен для индивидуального оснащения наблюдателя, разведчика или бойца спецподразделения. Конструкция «КАТРАН-СМ» предусматривает возможность установки на оголовье или шлем наблюдателя, что позволяет использовать прибор в качестве классического монокуляра с двухкратным или четырехкратным цифровым увеличением. Две тепловизионные камеры «КАТРАН-СМ», соединенные друг с другом, могут быть использованы в качестве тепловизионного бинокля.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ» обладает следующими функциональными возможностями^{1,2}:

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-см-4-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 22–23.

- переключение режимов отображения тепловизионного изображения: горячее-белое (позитив), горячее-чёрное (негатив);
- 8 цветовых палитр тепловизионного изображения;
- цифровое увеличение изображения $\times 1$, $\times 2$, $\times 4$;
- регулировка яркости дисплея прибора;
- изменение режима работы тепловизионного модуля (авто/ручной);
- регулировка яркости и контраста тепловизионного изображения;
- дальномерная сетка для ростовой фигуры 1,7 м и угломерная сетка;
- изменение цвета отображения дальномерной и угломерной сеток;
- вывод системной информации об изделии;
- изменение ориентации экрана;
- включение гамма-коррекции дисплея;
- выбор типа элементов питания;
- индикация состояния батареи;
- автоматическое отключение прибора при разряде батарей.

Помимо самого прибора в базовый комплект носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-СМ» входят комплект элементов питания CR123A, чехол полевой, салфетка для очистки оптики, штатная транспортная упаковка (кейс) и документация. Дополнительно в состав комплекта тепловизионной камеры «КАТРАН-СМ» могут быть включены оголовье и чистящий карандаш для линз и покрытий. Прибор предназначен для эксплуатации в условиях умеренного климата на открытом воздухе и в помещениях.

Основные тактико-технические характеристики носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-СМ» приведены в таблице 6.20^{1,2,3}.

Таблица 6.20

Основные тактико-технические характеристики носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-СМ»

Характеристика	Значение/Особенности
Характеристики приемника теплового излучения	
Тип приемника	Неохлаждаемый микроболометр aSi
Формат приемника	Не менее 384х288 пикс.
Минимальная различимая разность температур	Не более 0,05°C
Рабочий спектральный диапазон	8–14 мкм
Время выхода на рабочий режим	Не более 3 с
Объектив	
Фокусное расстояние	Не менее 19 мм
Угол поля зрения	Не менее 20х15°
Диапазон фокусировки	0,5 м... ∞
Дистанция обнаружения/распознавания человека	700/300 м
Микродисплей	
Тип	OLED
Разрешение	800х600 пикс.

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-см-4-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 1(3). С. 22–23.

³ Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника» : сборник докладов. С.18–22.

Характеристика	Значение/Особенности
Питание	
Автономное питание: тип источника	2xCR123A / 2x16340
Время непрерывной работы	Не менее 6 ч
Физические характеристики	
Масса прибора с элементами питания	Не более 0,25 кг
Габаритные размеры прибора	Не более 125x73x42 мм
Класс защиты корпуса	IP65
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	-30...+50°C

Прибор тепловизионный «КАТРАН-М»^{1,2}

Портативный тепловизионный прибор «КАТРАН-М» (рис. 6.75) предназначен для формирования и визуализации теплового изображения объектов в длинноволновом инфракрасном диапазоне в процессе решения широкого спектра задач при ведении круглосуточного поиска и наблюдения в любых метеоусловиях.



Рис. 6.75. Прибор тепловизионный «КАТРАН-М»

Функциональные возможности легкого и компактного, имеющего прочный металлический обрезиненный корпус, тепловизионного прибора «КАТРАН-М» позволяют использовать его не только в качестве наблюдательного прибора, но и как тепловизионный прицел для стрелкового оружия нормального калибра.

Конструкция прибора «КАТРАН-М» обеспечивает возможность его установки на стрелковое оружие в качестве тепловизионного прицела. Для этого прибор оснащается планкой Вевера со специальными зажимами, обеспечивающими быструю установку на оружие нормального калибра. Предусмотрена возможность выбора прицельных сеток, которые через меню могут присваиваться конкретному оружию. Прицел предназначен для ведения стрельбы из оружия нормального калибра на расстояние до 200 м.

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/прибор-тепловизионный-катран-м-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов. С. 18–22.

Пример установки тепловизионного прибора «КАТРАН-М» на оружие приведен на рисунках 6.76, 6.77.



Рис. 6.76. Пример установки тепловизионного прибора «КАТРАН-М» на оружие



Рис. 6.77. Пример установки тепловизионного прибора «КАТРАН-М» на оружие

Прибор тепловизионный «КАТРАН-М» предназначен для эксплуатации в условиях умеренного климата на открытом воздухе и в помещениях. К функциональным возможностям прибора относятся^{1,2}:

- переключение режима отображения тепловизионного изображения: горячее-белое (позитив), горячее-черное (негатив);
- ручная регулировка яркости изображения на встроенном микродисплее в окуляре;
- цифровое увеличение изображения: 1х, 2х, 4х;
- индикация состояния батареи;
- отображение в центре окуляра прицельной метки (перекрестия);

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/прибор-тепловизионный-катран-м-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов. С.18–22.

- управление положением прицельной метки (вверх-вниз, влево-вправо) при разных режимах увеличения;
- выбор типа прицельной метки (не менее трех вариантов);
- выбор различных типов цветовой палитры (серая, серо-красная, железная, медицинская, дождь, радуга, янтарная).

Тактико-технические характеристики прибора тепловизионного «КАТРАН-М» представлены в таблице 6.21^{1,2}.

Таблица 6.21

Тактико-технические характеристики прибора тепловизионного «КАТРАН-М»

Характеристика	Значение/Особенности
Характеристики приемника теплового излучения	
Тип приемника	Неохлаждаемый микроболометр aSi
Формат приемника	Не менее 384x288 пикс.
Минимальная различимая разность температур	Не более 0,05°C
Рабочий спектральный диапазон	8–14 мкм
Время выхода на рабочий режим	Не более 5 с
Объектив	
Фокусное расстояние	Не менее 25 мм
Угол поля зрения	Не менее 14,9x11,2°
Диапазон фокусировки	1,0 м... ∞
Дальность действия	
Дистанция обнаружения/распознавания ростовой фигуры человека	500/300 м
Окуляр и встроенный микродисплей	
Диапазон настройки окуляра	±4 диоптр
Микродисплей	
Тип	OLED
Разрешение	800x600 пикс
Интерфейсы	
Видео	PAL, разъем LEMO
Питание	
Автономное питание: тип источника	2xCR123A
Время непрерывной работы	Не менее 4 ч
Физические характеристики	
Масса прибора с элементами питания	Не более 0,48 кг
Габаритные размеры прибора без зажимно-крепёжного устройства	153x75x47 мм
Класс защиты корпуса	IP65
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	— 20...+50°C

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/прибор-тепловизионный-катран-м-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов. С.18–22.

Базовая комплектность прибора тепловизионного «КАТРАН-М» включает прибор, элементы питания CR123A, видеокабель, салфетку для очистки оптики, штатную транспортную упаковку (кейс) и документацию. Дополнительно в комплект прибора может быть добавлено зажимно-крепежное устройство, предназначенное для установки тепловизионного прибора «КАТРАН-М» на стрелковое оружие в качестве прицельного приспособления.

Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС»^{1,2,3}

Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» (рис. 6.78–6.80) предназначен для получения температурно-контрастного изображения сектора наблюдения и обнаружения слабоконтрастных предметов при ведении круглосуточного наблюдения и поиска объектов в сложных метеоусловиях и при постановке искусственных помех.

Основными сферами применения портативного тепловизора «СЫЧ-3 ПС» являются:

- осуществление контроля заданной территории;
- проведение специальных и поисково-спасательных операций;
- сбор доказательной базы;
- выявление очагов возгорания.



Рис. 6.78. Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» (вид со стороны объектива)

¹ Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». URL:<https://cyclone.su/products/portativnye-teplovizory/47--sych-3> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». Описание портативного тепловизора «СЫЧ-3 ПС». URL:https://cyclone.su/upload/iblock/e06/such_3pc.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/sych-3e-/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.79. Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» (вид со стороны окуляра)



Рис. 6.80. Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» (вид сбоку)

Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» является единственной неохлаждаемой портативной тепловизионной камерой полностью российской разработки и производства. В тепловизоре «СЫЧ-3 ПС» используется технология неохлаждаемых микроболометров, работающих в длинноволновом инфракрасном диапазоне. Применение высококачественной германиевой оптики обеспечивает максимально эффективное использование микроболометра. Возможность подключения внешнего источника питания и монитора позволяет использовать портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» в стационарном или мобильном варианте.

Основные технические характеристики портативного тепловизора «СЫЧ-3 ПС» приведены в таблице 6.22^{1,2,3}.

Таблица 6.22

Основные технические характеристики портативного тепловизора «СЫЧ-3 ПС»

Характеристика	Значение/Особенности
Дальность обнаружения ростовой фигуры человека	1 500 м
Дальность распознавания ростовой фигуры человека	900 м
Минимальное расстояние наблюдения	до 10 м
Поле зрения	7.3х5.5°
Фокусное расстояние объектива	85 мм
Фотоприемное устройство (ФПУ)	Микроболометр aSi/VOx
Формат матрицы	640х480 пикс.
Размер пикселя	17 мкм
Напряжение питания	12 В (4 элемента АА)
Время непрерывной работы (на одном комплекте батарей)	Не менее 4 ч
Время выхода на рабочий режим при 25°С	До 10 с
Рабочая температура (штатный аккумулятор/внешнее устройство питания)	От -20 до +50 / от -30 до +50°С
Габаритные размеры	140х60х50 мм
Масса	Не более 0,95 кг

Компактный и легкий портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС» прост в эксплуатации и предоставляет наблюдателю высококачественное тепловизионное изображение. Устройство записи, которым оснащен тепловизор «СЫЧ-3 ПС», позволяет фиксировать фотоизображения в целях формирования необходимой доказательной базы. Электронная угломерно-дальномерная сетка позволяет оценить расстояние до объекта и угловые координаты цели.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М»^{4,5,6}

Носимая неохлаждаемая тепловизионная камера «КАТРАН-2М» (рис. 6.81, 6.82) предназначена для ведения эффективного наблюдения за объектами или охраняемыми зонами в любое время суток и в сложных метеоусловиях на расстоянии до 500 м.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М» может использоваться для решения антитеррористических и специальных задач, патрулирования и проведения поисково-

¹ Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». URL:<https://cyclone.su/products/portativnye-teplovizory/47--sych-3> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». Описание портативного тепловизора «СЫЧ-3 ПС». URL:https://cyclone.su/upload/iblock/e06/such_3pc.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/sych-3e-/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL:<https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-2м-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт ИА «Оружие России». URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88549/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

спасательных операций. Прибор обеспечивает визуализацию теплоизлучающих объектов и наблюдение динамики теплообмена на расстоянии до 500 м. «КАТРАН-2М» является индивидуальным средством.



Рис. 6.81. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М»



Рис. 6.82. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М» (вид со стороны окуляра)

К основным функциональным возможностям прибора относятся^{1,2,3}:

- переключение режимов отображения тепловизионного изображения: горячее-белое (позитив), горячее-чёрное (негатив);
- 7 цветовых палитр тепловизионного изображения;
- регулировка яркости дисплея прибора;

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-2м-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88549/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника». : сборник докладов.

- цифровое увеличение изображения $\times 1$, $\times 2$, $\times 4$;
- дальномерная сетка для ростовой фигуры 1,7 м для измерения расстояния в диапазоне от 25 до 250 м;
- угломерная сетка;
- изменение цвета отображения дальномерной и угломерной сеток;
- выбор типа источников питания прибора;
- индикация состояния батареи.

Тепловизионная камера «КАТРАН-2М» удобно располагается в руке. Корпус из ударопрочного пластика с ребристым обрезиниванием (рис. 6.83) обеспечивает надежное удержание прибора в руке, а темляк предохраняет его от падения при выпускании из рук.



Рис. 6.83. Пластмассовый обрезиненный корпус тепловизора «КАТРАН-2М» с ребристой поверхностью

Защита корпуса от проникновения пыли и брызг позволяет эксплуатировать прибор в экстремальных погодных условиях. Объектив тепловизора защищен от механических повреждений выступами корпуса и резиновой блендой. Пример использования тепловизора «КАТРАН-2М» для ведения наблюдения представлен на рисунке 6.84.



Рис. 6.84. Пример использования тепловизора «КАТРАН-2М» для ведения наблюдения

Для подключения внешнего источника питания, монитора или внешнего запоминающего устройства в конструкции носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-2М» предусмотрены брызгозащищенные разъемы. Основные тактико-технические характеристики носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-2М» приведены в таблице 6.23^{1,2,3}.

Таблица 6.23

Основные тактико-технические характеристики носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-2М»

Характеристика	Значение/Особенности
Характеристики приемника теплового излучения	
Тип приемника	Неохлаждаемый микроболометр aSi
Формат приемника	384x288 пикс.
Минимальная различимая разность температур, не более	0,05°C
Рабочий спектральный диапазон	8–14 мкм
Время выхода на рабочий режим, не более	5 с
Объектив	
Фокусное расстояние, не менее	35 мм
Диапазон фокусировки	1,0 м... ∞
Дистанция обнаружения/распознавания человека, не менее	800/400 м
Окуляр и встроенный микродисплей	
Диапазон настройки окуляра	±4 диоптр
Микродисплей	
Тип	OLED
Разрешение	800x600 пикс.
Интерфейсы	
Видео	PAL
Питание	
Автономное питание: тип источника	2xCR123A/2x16340
Время непрерывной работы, не менее	6 ч
Физические характеристики	
Масса прибора с элементами питания, не более	0,65 кг
Габаритные размеры прибора	152x109x62 мм
Класс защиты корпуса	IP65
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	— 30...+50°C

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-2м-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88549/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

В базовый комплект тепловизионной камеры «КАТРАН-2М» входят сам прибор, комплект источников питания, комплект кабелей, чехол для переноски, салфетка для очистки оптики, штатная транспортная упаковка (кейс) и эксплуатационная документация. Дополнительно может поставляться сетевое зарядное устройство.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б»^{1,2,3}

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» (рис. 6.85–6.88) является высокоэффективным тепловизионным средством круглосуточного всепогодного наблюдения с возможностью покадровой и видеофрагментной съемки. Тепловизор «КАТРАН-3Б» предназначен для оснащения отдельных разведывательных подразделений и поисковых групп, пограничных нарядов и постов наблюдения.



Рис. 6.85. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» (вид слева со стороны объектива)



*Рис. 6.86. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б»
(вид справа со стороны объектива)*

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-3б-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88552/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.



Рис. 6.87. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» (вид со стороны объектива)



Рис. 6.88. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» (вид со стороны окуляра)

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» предназначена для проведения поисково-спасательных операций, охраны границы, периметров и объектов, оценки степени маскировки, разведки, поиска улик, обнаружения скрытых захоронений, ночного патрулирования, скрытого наблюдения и слежения, таможенного контроля, решения криминалистических задач, обнаружения мин и тайников, несанкционированных скрытых захоронений, обеспечения безопасности при проведении массовых мероприятий, охраны окружающей среды и т. п.

Тепловизор «КАТРАН-3Б», являющийся высокоэффективным тепловизионным средством круглосуточного всепогодного наблюдения на расстоянии не менее 1 500 м, принят на снабжение подразделений МВД России и Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации. Прибор обеспечивает не только ведение наблюдения и разведки, но

и предоставляет возможность документирования результатов наблюдения. Количество регистрируемых кадров составляет не менее 7 500.

Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» обладает следующими функциональными возможностями^{1,2,3}:

- переключение режимов отображения тепловизионного изображения: горячее-белое (позитив), горячее-чёрное (негатив);
- 7 цветовых палитр тепловизионного изображения;
- регулировка яркости дисплея прибора;
- цифровое увеличение изображения x1, x2, x4;
- дальномерная сетка для ростовой фигуры 1,7 м и угломерная сетка;
- изменение цвета отображения дальномерной и угломерной сеток;
- подключение к внешнему адаптеру и монитору;
- сохранение фото и видео на карте памяти;
- автоматическое отключение дисплея бинокля при удалении от глаз оператора;
- индикация состояния батареи.

В конструкции носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-3Б» используется бинокляр высокого разрешения, не требующий изменения межзрачкового расстояния и диоптрийной настройки. Кроме того, бинокляр дополнен «датчиком глаз», который автоматически отключает дисплей бинокля при удалении прибора от глаз наблюдателя и включает при приближении. Данная функция значительно снижает вероятность обнаружения наблюдателя в темное время суток.

Штатный объектив тепловизора защищен легко скручивающейся металлической блендой, вместо которой на объектив может крепиться оптический адаптер (экстендер), увеличивающий в разы фокусное расстояние базового объектива и, соответственно, расстояние обнаружения.

Корпус выполнен из ударопрочной пластмассы, обрезинен и надежно защищен от внешних воздействий. Для подключения дополнительной аккумуляторной батареи и внешнего запоминающего устройства или монитора в корпусе тепловизора предусмотрены брызгозащищенные разъемы.

Тактико-технические характеристики носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-3Б» представлены в таблице 6.24^{4,5,6}.

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-3б-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88552/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

⁴ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-3б-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88552/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

Таблица 6.24

Тактико-технические характеристики носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-3Б»

Характеристика	Значение/Особенности
Характеристики приемника теплового излучения	
Тип приемника	Неохлаждаемый микроболометр aSi
Формат приемника	640x480 пикс.
Минимальная различимая разность температур	Не более 0,05°C
Рабочий спектральный диапазон	8–14 мкм
Время выхода на рабочий режим	Не более 7 с
Объектив	
Фокусное расстояние	Не менее 60 мм
Диапазон фокусировки	1,0 м... ∞
Дальность действия	
Дистанция обнаружения/распознавания человека	Не менее 1 500/850 м
Микродисплей	
Тип	OLED
Разрешение	800x600 пикс.
Интерфейсы	
Видео	PAL
Питание	
Автономное питание: тип источника	2 Li-ion x18650
Сетевое питание: сетевой адаптер	12В
Время непрерывной работы	Не менее 6 ч
Физические характеристики	
Масса прибора с элементами питания	Не более 0,98 кг
Габаритные размеры прибора	185x118x68 мм
Класс защиты корпуса	IP66
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	-30...+50°C

В состав базового комплекта носимой тепловизионной камеры «КАТРАН-3Б» входят прибор, два аккумулятора, зарядное устройство, сетевой адаптер с комплектом кабелей, кабель универсальный, карта памяти SD, чехол для переноски, салфетка для очистки оптики, штатная транспортная упаковка (кейс) и комплект эксплуатационной документации.

Тепловизионный бинокль для обнаружения и распознавания цели на максимальных дистанциях Tracker-T4.642^{1,2}

Мощный тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (рис. 6.89–6.94) предназначен для наблюдения за местностью на средних и дальних дистанциях при любых условиях освещен-

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/tracker-t4-642/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного бинокля Tracker-T4.642. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/87c/87cec9e68a91b66ffaa208c300d85681.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

ности (день, ночь, сумерки), в том числе, в полной темноте и при любых погодных условиях (дождь, туман, снегопад).



Рис. 6.89. Тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (вид со стороны объектива слева)



Рис. 6.90. Тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (вид со стороны объектива справа)



Рис. 6.91. Тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (вид со стороны окуляра)



Рис. 6.92. Тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (вид сбоку слева)



Рис. 6.93. Тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (вид сбоку справа)



Рис. 6.94. Тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 (вид сверху)

Отличительной особенностью тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 является высокая детализация получаемого изображения с одновременной проработкой мелких деталей на теплых и холодных объектах. Специальная асферическая германиевая оптика, собственное программное обеспечение и оригинальные алгоритмы цифровой обработки обеспечивают высококачественное, детальное тепловое изображение, а также рекордные дистанции обнаружения и распознавания цели.

Бинокль работает в автоматическом режиме и не требует дополнительных настроек в меняющихся условиях наблюдения. Принцип работы бинокля основывается на преобразовании инфракрасного излучения от объектов и представлении его в удобном для восприятия виде. Бинокль Tracker-T4.642 позволяет мгновенно обнаружить и распознать тепловую цель на большом расстоянии.

Благодаря применению в конструкции прибора алюминий-магниевого сплава и современных высокопрочных композитных материалов, имеющих удельную прочность в 2 раза выше, чем у алюминия, вес тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 составляет всего 800 г. Органы управления бинокля обладают высокой эргономичностью, хорошо ощутимы тактильно и рассчитаны на использование в перчатках.

Большой диаметр выходного зрачка окуляров, возможность диоптрийной подстройки и система регулирования межзрачкового расстояния бинокля, необходимая для точной подстройки под наблюдателя, позволяют вести комфортное и длительное наблюдение двумя глазами. Тепловизионный бинокль имеет систему регулирования межзрачкового расстояния окуляров (55–76 мм), при сохранении класса герметичности прибора IP67 и возможности диоптрийной подстройки.

Основные конструктивные элементы и органы управления тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 представлены на рисунке 6.95¹.



Рис. 6.95. Основные конструктивные элементы и органы управления тепловизионного бинокля Tracker-T4.642

На рисунке 6.95 обозначены: 1 — кнопка включения/выключения прибора «Power»; 2 — кнопка «Инверсия/Меню/ОК»; 3 — кнопка «Яркость-»/(1×/2×); 4 — кнопка «Яркость+»; 5 — корпус прибора; 6 — объектив; 7 — окуляры; 8 — механизм диоптрийной настройки и регулировка базы глаз; 9 — механизм ручной фокусировки; 10 — крышка батарейного от-

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного бинокля Tracker-T4.642. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/87c/87cec9e68a91b66ffaa208c300d85681.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

сека; 11 — наглазники; 12 — планка крепления для внешнего дальномера; 13 — гнездо для подключения видеокабеля и внешнего питания.

К основным функциональным особенностям тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 относятся^{1,2}:

1. Термостабилизированная высококачественная асферическая германиевая оптика высокого порядка.

Оптическая система состоит из асферических германиевых компонентов и отличается высокой светосилой, дифракционным качеством изображения, неизменным в пределах всего углового поля. Конструкция объектива обеспечивает прецизионное перемещение внутренних элементов и четкое изображение во всем диапазоне фокусировки в любых температурных условиях. DLC-покрытие линз способствует высокому пропусканию ИК-излучения и защищает поверхность от механических повреждений.

2. Современный инфракрасный сенсор.

Бинокль Tracker-T4.642 построен на базе высокотехнологичного неохлаждаемого современного инфракрасного сенсора с разрешением 640×480 пикселей и размером элемента 17 мкм. Частота обновления кадров 25 Гц позволяет получать четкое изображение быстро движущихся целей без смазывания. Температурная чувствительность сенсора (NETD) достигает 0,06 К (1/15°C).

3. Оригинальные методы цифровой обработки изображения.

Собственное программное обеспечение и оригинальные алгоритмы обработки изображения, уникальная система динамического контрастирования, обеспечивающая максимально информативное тепловое изображение, и автоматическая система коррекции яркости и контраста, не требующая ручных настроек при изменении внешних условий, а также система одновременной проработки мелких деталей как на цели, так и на фоне вне зависимости от разности их температур обеспечивают максимально информативное тепловое изображение с предельно высоким разрешением.

4. Система автоматической калибровки сенсора.

Автоматическая система калибровки сенсора без затвора (shutterless) постоянно оптимизирует работу прибора в изменяющихся внешних условиях, не требует ручных настроек и манипуляций, не отвлекает наблюдателя на повторную калибровку, абсолютно бесшумна и позволяет вести непрерывное наблюдение.

5. Высококачественный дисплей.

В бинокль устанавливается высококачественный AMOLED-дисплей высокого разрешения, использующий органические светодиоды в качестве светоизлучающих элементов, что обеспечивает время отклика 0,01 мс, низкое энергопотребление и способность отображать большую цветовую гамму. Дисплей имеет высокую яркость, цветность и контрастность изображения. Устойчив к большому перепаду температур.

6. Различные автоматические режимы работы тепловизора.

Бинокль имеет 4 различных автоматических режима работы, отличающихся настройками и алгоритмами обработки цифрового сигнала, получаемого от сенсора. Система позволяет выбрать оптимальный вариант теплового изображения по детализации, яркости, контрасту и уровню шумов с учетом личных предпочтений в различных условиях наблюдения.

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL:<https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/tracker-t4-642/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного бинокля Tracker-T4.642. URL:<https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/87c/87cec9e68a91b66ffaa208c300d85681.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

7. Дальномерный знак и пассивный дальномер.

Прибор совместим с любым внешним дальномером. Дальномерный знак на экране может быть оперативно сведен с точкой замера дальномера. Дальномерная шкала (встроенный пассивный дальномер) позволяет измерить дистанцию до объекта известного размера или определить размер объекта при известной дистанции. Экран тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 с дальномерным знаком и дальномерной шкалой представлен на рисунке 6.96.

8. Восемь оригинальных цветовых схем с выделением теплых объектов.

Наличие восьми вариантов цветовых схем позволяет пользователю выбрать наиболее комфортную цветовую палитру. Наряду с классическим черно-белым изображением максимально информативным является выделение тепловой цели красным цветом на черно-белом фоне.

9. Рекордные дистанции обнаружения и распознавания цели.

Геометрические расчёты показывают, что бинокль обеспечивает дистанцию обнаружения 2 940 м и дистанцию распознавания 1 180 м. Фактические дальности наблюдения зависят от погодных условий, времени суток и могут отличаться от теоретических как в меньшую, так и в большую сторону.

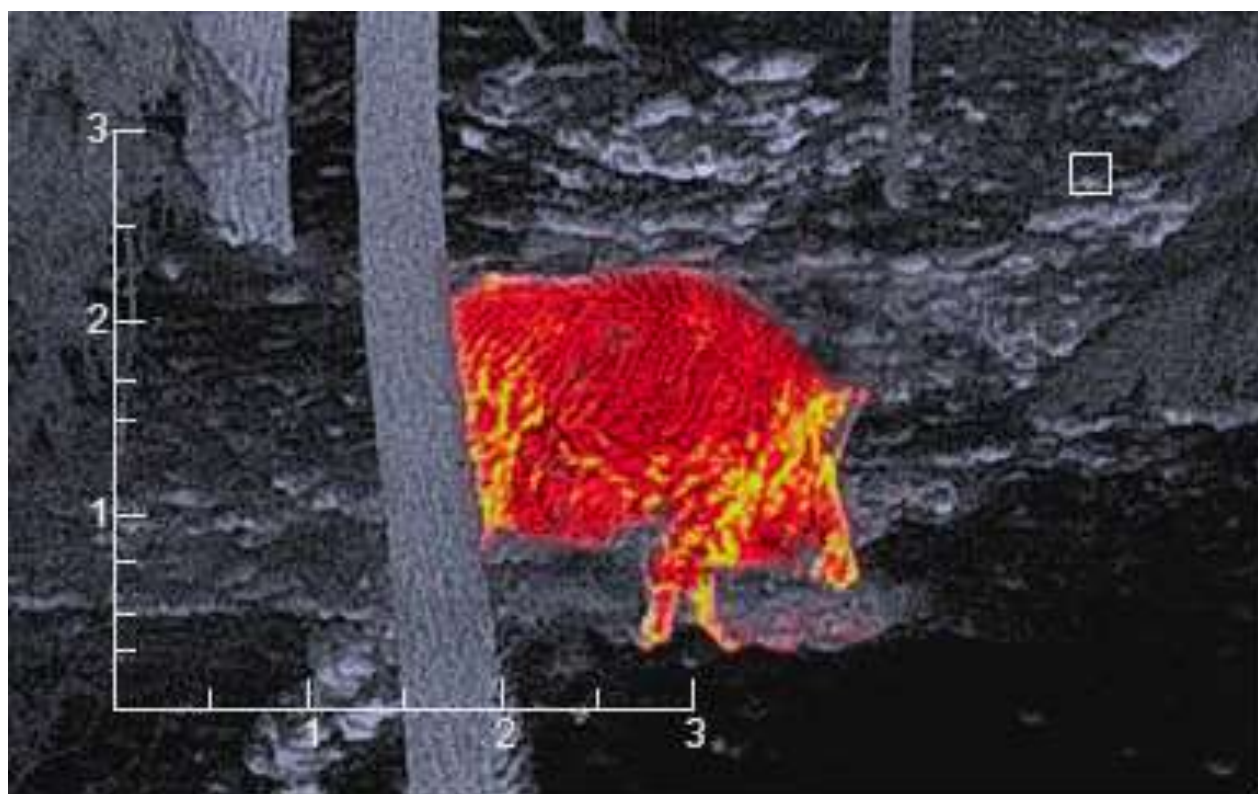


Рис. 6.96. Экран тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 с дальномерным знаком и дальномерной шкалой

Основные технические характеристики тепловизионного бинокля Tracker-T4.642 представлены в таблице 6.25^{1, 2}.

Таблица. 6.25

Основные технические характеристики тепловизионного бинокля Tracker-T4.642

Характеристика	Значение/Особенности
Оптическое увеличение	3,5×
Цифровое увеличение	2×
Угловое поле зрения по горизонтали	10,8 м/100м (6,2°)
Угловое поле зрения по вертикали	8,2 м/100м (4,7°)
Объектив	100 мм F/1,6
Диапазон фокусировки объектива	От 20 м до ∞
Тип приемника излучения	Неохлаждаемая микроболометрическая матрица (FPA)
Спектральный диапазон чувствительности	От 8 до 14 мкм
Разрешение тепловизионной матрицы	640×480 пикс.
Размер элемента тепловизионной матрицы	17 мкм
Кадровая частота тепловизионного модуля	25 Гц
Время выхода на рабочий режим	<3 с
Принцип калибровки	Программный, без затвора (shutterless)
Температурная чувствительность тепловизионного сенсора (NETD)	<0,07 К (1/15 °C)
Тип дисплея	AMOLED
Разрешение дисплея (гор×верт)	800×600 пикс.
Диоптрийная установка окуляров	От -3,5 до +4 дптр
Регулируемое межзрачковое расстояние	55–76 мм
Диаметр выходного зрачка	20 мм
Удаление выходного зрачка	25 мм
Источник питания	2 элемента типа «CR123»
Напряжение питания	6 В
Время непрерывной работы (при температуре 23 °C)	Не менее 6 ч
Габаритные размеры, (Д×Ш×В)	240×150×77 мм
Масса	0,8 кг
Температура эксплуатации	От -40 до +50°C
Относительная влажность эксплуатации	До 98%
Класс пылевлагозащиты	IP67

¹ Сайт производителя АО «Дедал-НВ». URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/tracker-t4-642/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного бинокля Tracker-T4.642. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/87c/87cec9e68a91b66ffaa208c300d85681.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Тепловизионный бинокль «Tracker-T4.642» имеет дружественное и интуитивно понятное меню, позволяющее пользователю без длительного изучения руководства по эксплуатации быстро настроить прибор под свои задачи. Пользователь имеет возможность назначать функционал органов управления прибора.

Цифровое увеличение 2х позволяет более детально рассмотреть тепловой объект, особенно на больших дистанциях. Короткое время запуска, которое составляет менее 3 с, обеспечивает наблюдателю преимущество в случае резкого изменения условий наблюдения. Для подключения внешней аккумуляторной батареи или устройства видеозаписи (видеорекордера) тепловизионный бинокль Tracker-T4.642 оборудован герметичным разъемом.

Бинокль имеет низкое энергопотребление и способен непрерывно работать от двух литиевых элементов питания типа «CR123» более 4 ч. Увеличение времени работы прибора может быть обеспечено за счет бытового powerbank (8–10 ч) или внешнего навесного источника питания DDL-40 (20–24 ч).

Для защиты от проникновения пыли и влаги бинокль имеет герметичную конструкцию, заполненную осушенным азотом, что препятствует образованию конденсата внутри прибора и запотеванию линз. В соответствии с классом пылевлагозащиты IP67, тепловизионный бинокль «Tracker-T4.642» способен выдержать погружение на глубину 1 м в течение 30 мин.

Бинокль рассчитан на работу в экстремальных температурных условиях от -20 до +50°C. Это достигается высокой точностью изготовления механических узлов прицела (допуск 3 мкм) и применением специальных смазочных материалов.

Стационарные тепловизионные системы наблюдения серии «ТСН»^{1,2,3}

Стационарная тепловизионная аппаратура относится к третьей группе тепловизионных систем и предназначена для решения задач наблюдения, поиска, локализации, отслеживания и сопровождения целей на расстоянии более 3 000 м. Стационарные тепловизионные системы, в том числе тепловизионные системы наблюдения серии «ТСН» производства НПЦ «СПЕКТР-АТ», делятся на простые одноканальные, комплексные и комбинированные. В одноканальном варианте тепловизионной системы наблюдения серии «ТСН» тепловизионный модуль размещен в термостабилизированном корпусе и оснащен объективом с фокусным расстоянием от 35 до 300 мм.

Стационарные тепловизионные системы наблюдения серии «ТСН» (рис. 6.97) предназначены для ведения длительного круглосуточного всепогодного наблюдения или поиска в пассивном режиме без использования ИК-подсветки, а также для дистанционной тепловизионной диагностики энергонасыщенных промышленных объектов, зданий, сооружений и транспортных средств в целях выявления скрытых очагов пожара, взрыво— и аварийноопасных мест.

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные/тепловизионные-системы-наблюдения-серии-tch-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tehnika.html> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.



Рис. 6.97. Стационарная тепловизионная система наблюдения серии «ТСН»

В стационарных тепловизорах серии «ТСН» используются различные типы неохлаждаемых матричных ИК-преобразователей, объективы с различным фокусным расстоянием и процессорные модули. В зависимости от решаемых аппаратурой задач, тепловизионные системы серии «ТСН» изготавливаются в различных термокожухах, что обеспечивает их работу при пониженных температурах до -50°C и высокую степень защищенности от воздействия влаги, пыли и т. п. в соответствии со стандартами IP66 или IP67.

Стационарные тепловизионные системы серии «ТСН» могут устанавливаться на кронштейнах (рис. 6.98), на опорно-поворотных устройствах, а также на транспортных (в том числе плавательных) средствах.



Рис. 6.98. Система наблюдения серии «ТСН», установленная на кронштейне

Тепловизоры серии «ТСН» могут использоваться не только как самостоятельное средство наблюдения, но и встраиваться в уже развернутую систему видеонаблюдения. Стационарные тепловизионные системы наблюдения серии «ТСН» имеют следующие отличительные особенности¹:

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные.html> (дата обращения: 01.03.2023).

- полную невосприимчивость к воздействию солнечного света;
- непрерывное видеонаблюдение;
- возможность использования видеоаналитики;
- обеспечение круглосуточного наблюдения в реальном масштабе времени;
- обеспечение наблюдения полного периметра охраняемой территории в темноте, в любых погодных условиях и на дальних расстояниях;
- отсутствие необходимости подсветки;
- легкую встраиваемость в существующие системы телевизионной охраны.

Основные технические характеристики стационарной тепловизионной системы наблюдения серии «ТСН» представлены в таблице 6.26^{1,2}.

Таблица 6.26

Основные технические характеристики стационарной тепловизионной системы наблюдения серии «ТСН»

Характеристика	Значение/Особенности
Характеристики приемника теплового излучения	
Тип приемника	Микроболометр
Формат приемника	320x240 пикс. (384x288; 640x480)
Минимальная различимая разность температур	0,05°C
Рабочий спектральный диапазон	7–14 мкм
Объектив приемника теплового излучения	
Фокусное расстояние	50 мм — базовое (35, 60, 75, 100, 150)
Угол поля зрения объектива (базовый)	12x9°
Диапазон фокусировки	20 м...∞
Дальность действия	
Дистанция обнаружения/распознавания (для базового фокусного расстояния 50 мм): — человека — автомобиля	1 000/500 м 1 800/1 200 м
Питание	
Сетевое питание	24 В
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	От -45 до +60°C
Класс защиты корпуса	IP65

В комплексных и комбинированных тепловизионных системах серии «ТСН» в едином устройстве объединены два и более информационных канала, работающих в различных спектральных диапазонах. Информационные каналы могут иметь одно общее или различные входные окна для разных областей спектра и работать как совместно, так и автономно. Объединение в единой конструкции каналов, работающих в различных спектральных диапазо-

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные/тепловизионные-системы-наблюдения-серии-tch-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tekhnika.html> (дата обращения: 01.03.2023).

нах, позволяет компенсировать недостатки одного канала достоинствами другого и значительно повысить тем самым эффективность системы наблюдения в условиях воздействия атмосферных, оптических и пыледымовых помех.

Как правило, в комплексных и комбинированных тепловизионных системах серии «ТСН» тепловизионный канал дополнен телевизионным каналом, обладающим высокой чувствительностью и пространственным разрешением. В подобных системах каналы могут быть отмасштабированными (имеющими одинаковые углы обзора), а телевизионный канал может быть оснащен объективом с переменным фокусным расстоянием (zoom). При этом в отличие от комплексных систем, в комбинированных системах осуществляется полное или частичное совмещение оптических осей каналов наблюдения.

Комплексные и комбинированные многоканальные тепловизионные системы являются эффективным и универсальным средством, предназначенным для наблюдения за контролируемыми зонами, периметрами, важными объектами и акваториями, а также для охраны сложных участков железнодорожного пути и отдельных зон, мостов, тоннелей, путевых сооружений, энергетических подстанций и других сооружений. Подобные системы будут подробно рассмотрены в разделе, посвященном многоспектральным комплексам наблюдения и разведки.

Стационарный охранный тепловизор «Титан»¹

Стационарный охранный тепловизор «Титан» производства российской компании АО «Пергам-Инжиниринг» (рис. 6.99–6.101) предназначен для ведения наблюдения в длинноволновом инфракрасном диапазоне с длинами волн от 7 до 14 мкм в условиях недостаточной освещенности и в полной темноте, при засветке ярким светом, в неблагоприятных погодных условиях, в экстремально холодном, жарком и влажном климате.



Рис. 6.99. Стационарный охранный тепловизор «Титан»

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/statsionarnye/Teplovizor_Titan.htm (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.100. Стационарный охранный тепловизор «Титан»



Рис. 6.101. Стационарный охранный тепловизор «Титан»

Стационарные охранные тепловизоры «Титан» использовались для оснащения Олимпийских объектов в Сочи. В настоящее время тепловизоры «Титан» используются для охраны периметра специальных объектов, а также для обеспечения безопасности на объектах транспортной инфраструктуры. Тепловизор может быть выполнен в одной из трех версий: в корпусе из нержавеющей стали для работы в агрессивных средах, во взрывозащищенном исполнении для установки на взрывоопасных объектах, а также в стандартном исполнении для установки на улице.

Тепловизор «Титан», в отличие от оптических устройств, работающих в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне волн, устойчив как к световым засветкам, так и к полной темноте. Тепловизор способен даже в сложных для наблюдения условиях выделять на тепловизионном изображении объекты наблюдения, такие как человек или автомобиль, благодаря их тепловому контрасту с окружающим фоном. Дальность обнаружения и распознавания наземных объектов для некоторых модификаций тепловизоров «Титан» представлена на рисунке 6.102¹.



Рис. 6.102. Дальность обнаружения и распознавания наземных объектов для некоторых модификаций тепловизоров «Титан»

К основным функциональным особенностям стационарного тепловизора «Титан» относятся²:

1. Большой выбор матриц.

Основой тепловизора «Титан» является неохлаждаемая микроболометрическая матрица с разрешением 640×480 пикселей, принцип действия которой основан на регистрации изменения сопротивления чувствительных микроэлементов под воздействием излучения в длинноволновом инфракрасном диапазоне длин волн 7–14 мкм. Помимо матрицы с разрешением 640×480 пикселей, на выбор доступны матрицы с разрешением 320×240, 384×288, 640×512 и 1024×768 пикселей, а также более 20 объективов с углом обзора от 6×5 до 90×69.

2. Чёткое контрастное изображение.

За счёт большой тепловизионной матрицы и высокой частоты кадров, равной 25 Гц, изображение получается чётким, а видео плавным и реалистичным, без рывков. Тепловизор «Титан» способен вести наблюдение в абсолютной темноте, при ярком солнечном свете, засветке от осветительных приборов, при сильном тумане, в дыму, при снегопаде и дожде.

3. Функции видеоаналитики.

Умная видеоаналитика с функциями автоматического определения возгорания с выдачей тревожных сигналов, автоматической детекции движения в заданной области («виртуальный периметр»), измерения температуры в заданной области с сигнализацией о превышении заданного порогового значения (рис. 6.103). Благодаря наличию функций видеоаналитики и неприхотливости к условиям окружающей среды тепловизор «Титан» может использоваться для круглосуточной охраны периметра объектов в независимости от освещённости окружающей среды.

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/statsionarnye/Teplovizor_Titan.htm (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.



Рис. 6.103. Функция измерения температуры в заданной области с сигнализацией о превышении заданного порогового значения

4. Различные цветовые схемы с выделением теплых объектов.

Наиболее подходящим для обнаружения людей, животных, транспорта способом отображения температуры является отображение более высокой температуры объекта большей яркостью элементов изображения (палитра «белый— горячий»). В тепловизоре «Титан» предусмотрено использование цветной и чёрно-белой палитр.

5. Надежная конструкция тепловизора (рис. 6.104).

Стационарный тепловизор «Титан» оснащен входным окном из германия [Ge] с алмазоподобным покрытием (DLC), гермовводами, которые обеспечивают вывод кабелей для подключения, а также универсальным кронштейном, который обеспечивает крепление на любую поверхность.



Рис. 6.104. Конструкция стационарного тепловизора «Титан»

6. Возможность интеграции в системы видеонаблюдения и видеоаналитики.

Стационарный охранный тепловизор «Титан» подходит для интеграции в аналоговые и IP-системы видеонаблюдения, легко встраивается в существующие или новые системы видеонаблюдения, отвечает всем современным промышленным стандартам видеонаблюдения и обладает стандартными интерфейсами для подключения к аппаратуре передачи видеосигнала. Тепловизионное изображение, полученное с помощью тепловизора «Титан», может быть использовано в охранных системах, поддерживающих функции видеоаналитики.

7. Широкий диапазон рабочих температур.

Стационарный охранный тепловизор «Титан» предназначен для эксплуатации в суровых погодных условиях в широком диапазоне температур окружающей среды от -60 до $+50^{\circ}\text{C}$ при влажности воздуха до 100 %.

Основные технические характеристики и сравнительные характеристики модификаций тепловизоров «Титан» приведены в таблицах 6.27, 6.28¹.

Таблица 6.27

Основные технические характеристики тепловизоров «Титан»

Характеристика	Значение/Особенности
Тепловизор	
Спектральный диапазон	8–14 мкм (LWIR)
Разрешение детектора	640×480 или 384×288 пикс.
Размер пикселя детектора	17 мкм
Температурная чувствительность	50 мК (40 по запросу)
Частота кадров	25 к/с
Фокусное расстояние объектива	<100 мм
Защитное стекло	Входное окно из германия [Ge] с алмазоподобным покрытием (DLC)
Общие параметры	
Интерфейсы управления	AL, NTSC, Ethernet
Сетевые протоколы	TCP/IP, IPv4/v6, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, DDNS, DHCP, PPPoE, UPnP, RTP, RTSP, SNMP v1/v2/v3, SSL, UDP, NTP, IGMP, ICMP, ONVIF
Напряжение электропитания	24 В постоянного тока
Потребляемая мощность	31 Вт
Диапазон рабочих температур	$-60 \dots +60^{\circ}\text{C}$
Относительная влажность воздуха	До 100 %
Класс защиты	IP66

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/statsionarnye/Teplovizor_Titan.htm (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.28

Сравнительные характеристики модификаций тепловизоров «Титан»

Каталожный номер	Детектор (пиксели)	Объектив (градусы)	Дальность обнаружения человека/автомобиля (метры)
Титан-363 IP	384x288	63x50	150/190
Титан-348 IP	384x288	56x43	180/230
Титан-335 IP	384x288	40x30	260/330
Титан-325 IP	384x288	28x21	380/490
Титан-317 IP	384x288	21x16	500/640
Титан-313 IP	384x288	15x11	700/890
Титан-311 IP	384x288	11x8	1 000/1 280
Титан-309 IP	384x288	9x7	1 200/1 530
Титан-307 IP	384x288	7x5	1 500/1 920
Титан-305 IP	384x288	5x4	2 000/2 560
Титан-690 IP	640x480	94x78	150/190
Титан-669 IP	640x480	62x48	260/340
Титан-645 IP	640x480	45x34	380/490
Титан-632 IP	640x480	32x24	560/710
Титан-625 IP	640x480	25x19	740/940
Титан-618 IP	640x480	18x13	1 030/1 320
Титан-612 IP	640x480	12x9	1 470/1 880
Титан-610 IP	640x480	10x7	1760/2250
Титан-608 IP	640x480	8x6	2 210/2 820
Титан-606 IP	640x480	6x4	2 940/3 760

В таблице 7.28 указана предельная максимальная дальность обнаружения человека/автомобиля на основе расчета по критерию Джонсона. Реальная дальность может отличаться из-за действия множества внешних факторов, влияющих на наблюдение.

Тепловизор «Титан» соответствует требованиям ГОСТ по безопасности — ГОСТ Р МЭК 60065-2005, по ЭМС — ГОСТ Р 51523-99, ГОСТ Р 51408-99, ГОСТ Р 51317.3.2-2006 п.6,7, ГОСТ Р 51317.3.3-2008, по степени защиты от поражения электрическим током — III классу ГОСТ 12.2.007-75 и по условиям эксплуатации — ГОСТ 12 997-84 группам ДЗ, Р1 и № 2. Климатическое исполнение тепловизора «Титан» соответствует УХЛ1.5 ГОСТ 15150-69, а степень защиты — IP66¹.

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL:https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/statsionarnye/Teplovizor_Titan.htm (дата обращения: 01.03.2023).

Двухканальный аtermальный прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС»^{1,2}

Двухканальный аtermальный прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» (рис. 6.105) предназначен для круглосуточного наблюдения в условиях сложной метеоситуации, а также для получения температурно-контрастного изображения сектора наблюдения и обнаружения слабоконтрастных предметов.



Рис. 6.105. Двухканальный прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС»

Наряду с представленным на рисунке 6.105 вариантом неподвижного крепления прибора предусмотрен вариант исполнения прибора наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» на поворотной платформе (рис. 6.106).



Рис. 6.106. Прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» на поворотной платформе

Прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» также относится к стационарным системам наблюдения и помогает эффективно обнаружить тепловое излучение от нарушителей или животных, позволяя оператору собирать критически важную информацию при полном отсутствии освещения, в условиях дыма, тумана или дождя.

¹ Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». URL: <https://cyclone.su/products/statsionarnye-sistemy-nablyudeniya/87--dvukhkanalnyy-pribor-nablyudeniya-i-razvedki-neyasyt> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva-neyasyt-ps/> (дата обращения: 01.03.2023).

Для эффективного наблюдения на большом расстоянии за большинством наземных объектов в приборе используется современный неохлаждаемый инфракрасный сенсор с разрешением 640×480 пикселей и размером элемента 17 мкм, а также германиевая оптика, оптимальная для работы в длинноволновом поддиапазоне инфракрасного диапазона (LWIR).

Неохлаждаемая тепловизионная камера «Неясыть-ПС», разработанная в АО ЦНИИ «Циклон» в 2018 г., признана ведущими российскими экспертами лучшим прибором для идентификации БПЛА¹:

На рисунках 6.107–6.109 представлены скриншоты видео, размещенного на сайте производителя, иллюстрирующего возможности прибора наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» по обнаружению БПЛА DJI Mavic Pro с размерами 83х83х198 мм на различных расстояниях.



Рис. 6.107. Обнаружение БПЛА DJI Mavic Pro на расстоянии 500 м

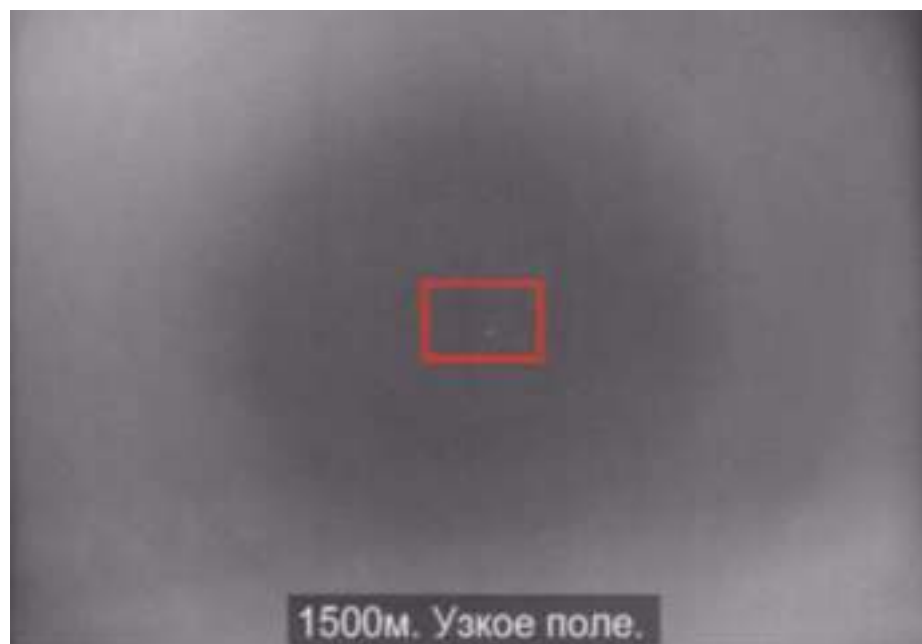


Рис. 6.108. Обнаружение БПЛА DJI Mavic Pro на расстоянии 1 500 м

¹ Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». URL: <https://cyclone.su/press-center/news/neyasyt-ps-priznana-luchshim-priborom-dlya-identifikatsii-bpla-neokhlazhdaemaya-teplovizionnaya-kame/> (дата обращения: 01.03.2023).

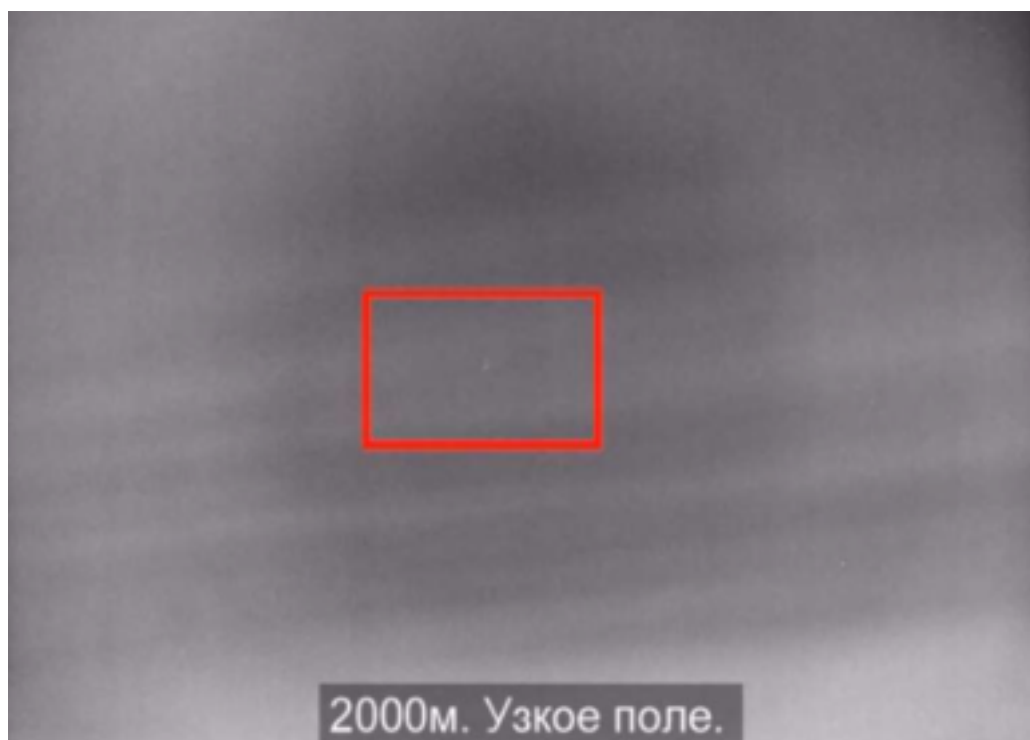


Рис. 6.109. Обнаружение БПЛА DJI Mavic Pro на расстоянии 200 м

Прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» предназначен не только для борьбы с беспилотными летательными аппаратами. Изделие «Неясыть-ПС» обеспечивает обнаружение автомобилей на расстоянии до 15 км и способно детектировать ростовую фигуру человека на дистанции до 5 км. Пример тепловизионного изображения оживленной трассы, полученного с помощью прибора наблюдения и разведки «Неясыть-ПС», представлен на рисунке 6.110.



Рис. 6.110. Пример тепловизионного изображения оживленной трассы, полученного с помощью прибора наблюдения и разведки «Неясыть-ПС»

Конструкцией и программным обеспечением прибора «Неясыть-ПС» предусмотрена возможность сопряжения с любыми серийно выпускаемыми мониторами и регистрирующими устройствами, а также управления изделием с любого компьютера, что позволяет эксплуатировать изделие в качестве самостоятельного комплекса наблюдения и разведки. Благодаря наличию встроенных функций видеоаналитики прибор «Неясыть-ПС» способен автоматически обнаруживать объект по движению, а также вести запись тепловизионного изображения в цифровой форме на носитель.

Прибор «Неясыть-ПС» также может интегрироваться в существующие и проектируемые системы охраны важных объектов, участков государственной границы, железных и автомобильных дорог, мостов, прибрежных территорий и пр. в качестве подсистемы тепловизионного наблюдения.

Технические характеристики прибора наблюдения и разведки «Неясыть-ПС» приведены в таблице 6.29^{1,2}.

Таблица 6.29

**Технические характеристики прибора наблюдения и разведки
«Неясыть-ПС»**

Характеристика	Значение/Особенности
Число каналов	2
Спектральный диапазон каждого канала	8..14 мкм (LWIR)
Разрешение каждого канала	640x480 пикс.
Размер пикселя	17 мкм
Частота кадров	до 30 Гц
Тип сенсоров	Неохлаждаемый микроболометр, ULIS
Эквивалентная шуму разность температур	70 мК
Угловое поле зрения широкопольного канала	100x7,50°
Угловое поле зрения узкопольного канала	3,20x2,40°
Тип выходов	Аналоговое видео, Ethernet
Наличие ZOOM	Плавный цифровой, 1x ..8x
Дополнительные функции	Встроенная видеоаналитика (автоматическое обнаружение по движению, запись на диск ПК)

6.4.3. Многоспектральные комплексы наблюдения и разведки

Направлением дальнейшего развития технических средств наблюдения и разведки является построение многоспектральных комплексов, как портативных, так и стационарных, в составе которых может быть использована комбинация из дневного (телевизионного видимого спектра), ночного (ближнего ИК-диапазона) и тепловизионного (длинноволнового ИК-диапазона) каналов, а также канала лазерной локации. Возможность формирования единого изображения путем «наложения» по заданному алгоритму обработанных в режиме реального времени изоб-

¹ Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». URL: <https://cyclone.su/products/statsionarnye-sistemy-nablyudeniya/87--dvukhkanalnyy-pribor-nablyudeniya-i-razvedki-neyasyt> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits-mobilnye-sredstva/neyasyt-ps/> (дата обращения: 01.03.2023).

ражений из разных спектральных каналов значительно повышает информативность прибора разведки. В качестве одного из самых актуальных примеров многоспектрального комплекса наблюдения и разведки может быть рассмотрен тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4».

Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4»^{1,2}

Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4» был впервые представлен Научно-производственным центром антитеррористической и криминалистической техники «Спектр-АТ» на Международном военно-техническом форуме «Армия-2021». Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4» является тепловизионным средством наблюдения и разведки с функцией определения расстояния до 3 000 м с возможностью сохранения фото и видео во внутренней памяти прибора.

В настоящее время тепловизор «КАТРАН-4» проходит апробацию в структурах Минобороны России, пограничных войск, Росгвардии и в Центре специального назначения ФСБ.

Тепловизор «КАТРАН-4» (рис. 6.111–6.114) предназначен для ведения разведки, проведения поисково-спасательных операций, охраны границы, периметров и объектов, оценки степени маскировки, ночного патрулирования, скрытого наблюдения и слежения, а также обнаружения мин и тайников.



Рис. 6.111. Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4» (вид слева со стороны объектива)

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-4-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Канал «Новости промышленности». URL: <https://dzen.ru/a/YSX8l0HCcjJaNwh2> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.112. Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4» (вид слева со стороны объектива)



*Рис. 6.113. Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4»
(вид справа со стороны объектива)*



Рис. 6.114. Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4» (вид со стороны окуляра)

Наряду с новым тепловизионным каналом, значительно превосходящим аналоги по параметру эффективности, тепловизор «КАТРАН-4» оснащен встроенным лазерным дальномером, модулем GPS/ГЛОНАСС, электронным компасом и акселерометром. Дополнительные подсистемы позволяют тепловизионному прибору разведки «КАТРАН-4» обнаруживать различные цели на значительном расстоянии, вычислять их координаты и транслировать результаты разведки в оперативный центр.

К функциональным возможностям тепловизионного прибора разведки «КАТРАН-4» относятся¹:

- цифровое увеличение изображения x1, x2, x4;
- переключение режимов отображения тепловизионного изображения: горячее-белое (позитив), горячее-чёрное (негатив);
- регулировка яркости дисплея прибора и гамма-коррекция дисплея;
- регулировка яркости и контраста тепловизионного изображения;
- калибровка тепловизионной матрицы;
- 8 цветовых палитр тепловизионного изображения;
- сохранение кадров и видео на съемной памяти;
- отображение собственных координат;
- выбор типа координат и используемой системы спутниковой навигации (GPS / ГЛОНАСС);
- измерение дистанции;
- дальномерная сетка для ростовой фигуры 1,7 м и угломерная сетка;
- указание направления наблюдения;
- регулировка магнитного склонения;
- измерение угла склонения (тангаж).

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-4-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

Основные тактико-технические характеристики тепловизионного прибора разведки «КАТРАН-4» приведены в таблице 6.30¹.

Таблица 6.30

Основные тактико-технические характеристики тепловизионного прибора разведки «КАТРАН-4»

Характеристика	Значение/Особенности
Характеристики приемника теплового излучения	
Тип приемника	Неохлаждаемый микроболометр aSi
Формат приемника	640x480 пикс.
Минимальная различимая разность температур	Не более 0,05°C
Объектив	
Фокусное расстояние	75 мм
Дальность действия	
Предельная дальность обнаружения человека и автомобиля	2 000/4 000 м
Предельная дальность распознавания человека и автомобиля	900/2 200 м
Измерение дальности	
Диапазон измерения дальности	От 30 до 3 000 м
Длина волны дальномера	1,54 мкм
Встроенный микродисплей	
Тип	OLED
Разрешение	800x600 пикс.
Питание	
Автономное питание: тип источника	2x26 650
Внешнее питание	12В
Время непрерывной работы	Не менее 7 ч
Физические характеристики	
Масса прибора с элементами питания	1,6 кг
Габаритные размеры прибора	220x180x75 мм
Класс защиты корпуса	IP65
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	-30...+50°C

На примере тепловизионного прибора разведки «КАТРАН-4» четко прослеживается тенденция на интеграцию в современных технических средствах наблюдения и разведки различных подсистем, таких как лазерный дальномер, модуль геолокации GPS/ГЛОНАСС, электронный компас и акселерометр, призванных вывести их возможности на качественно новый уровень.

Синергия различных подсистем в рамках единого высокоэффективного многофункционального технического комплекса наблюдения и разведки позволит наблюдателю не только обнаружить и идентифицировать цель, но и определить её электронные или геогра-

¹ Там же.

фические координаты, а также визуализировать результаты наблюдения на электронной карте местности.

Портативный многоканальный прибор разведки «СПРУТ-3»^{1, 2, 3}

Приборы серии «СПРУТ» относятся к тепловизионным средствам средней дальности действия и представляют собой комбинированные средства высокоэффективного круглосуточного наблюдения и разведки.



Рис. 6.115. Портативный многоканальный прибор разведки «СПРУТ-3»

Портативный многоканальный электронно-оптический прибор разведки «СПРУТ-3» (рис. 6.115) предназначен для ведения всепогодного круглосуточного наблюдения, разведки, обнаружения людей, транспортных средств, снайперов и наблюдателей, а также пулеметных, минометных и артиллерийских позиций, снабженных оптическими и электронно-оптическими средствами наблюдения и прицеливания, расположенных на значительном удалении от наблюдателя.

Благодаря высоким техническим характеристикам и широким функциональным возможностям многоканальный прибор «СПРУТ-3» способен решать не только разведывательные задачи, но и широчайший круг поисково-досмотровых, криминалистических и антитеррористических задач.

В комбинированной электронно-оптической многоканальной системе «СПРУТ-3» («прибор разведчика») объединены тепловизионный и высокочувствительный телевизионный каналы. Полученные по каждому каналу тепловизионное и телевизионное изображения обрабатываются в соответствии с определенным алгоритмом и комбинируются путем нало-

¹ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/sprut-3pm/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tekhnika.html> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

жения в единое, более информативное изображение. Дополнительно система «СПРУТ-3» оснащена третьим каналом — лазерным измерителем расстояния до обнаруженного объекта. Кроме того, прибор разведки «СПРУТ-3» обеспечивает определение электронных координат обнаруженных объектов с последующей передачей информации об их расположении по беспроводным каналам связи.

В настоящее время выпускаются три модификации портативного двухканального электронно-оптического прибора разведки «СПРУТ-3»: «СПРУТ-3ПМ», «СПРУТ-3М1» и «СПРУТ-3.1». Основные технические характеристики данных приборов представлены в таблице 6.31^{1, 2, 3}.

Таблица 6.31

Основные технические характеристики приборов разведки «СПРУТ-3ПМ», «СПРУТ-3М1» и «СПРУТ-3.1»

Характеристика	«СПРУТ-3ПМ»	«СПРУТ-3М1»	«СПРУТ-3.1»
Тепловизионный канал			
Тип приемника	Неохлаждаемый микроболометр aSI	Неохлаждаемый микроболометр aSI	Неохлаждаемый микроболометр aSI
Разрешение	640x480 пикс	640x480 пикс	640x480 пикс
Спектральный диапазон	От 8 до 14 мкм	От 8 до 14 мкм	От 8 до 14 мкм
Чувствительность	Не более 0,05°С	Не более 0,05°С	Не более 0,05°С
Фокусное расстояние объектива	60 мм	60 мм	75 мм
Характеристики телевизионного канала			
Тип приемника	1/4" CCD	1/4" CCD	1/4" HD CMOS
Разрешение	752x582 пикс	752x582 пикс	1 920x1 080 пикс
Фокусное расстояние объектива	4,2–42 мм	4,2–42 мм	25 мм
Параметры бинокля			
Тип дисплея	OLED	OLED	OLED
Разрешение дисплея	800x600 пикс	800x600 пикс	800x600 пикс
Диапазон настройки бинокля	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Параметры дальномера			
Длина волны лазера	905 нм	905 нм	905 нм
Максимальное расстояние	700 м	5 000 м	5 000 м
Подсветка			
ИК подсветка	ИК-диод 850 нм	ИК-лазер (808нм/1 550нм)	ИК-лазер (808нм/1 550нм)

¹ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/sprut-3pm/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tehnika.html> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

Характеристика	«СПРУТ-3ПМ»	«СПРУТ-3М1»	«СПРУТ-3.1»
Электрические характеристики			
Источник питания	4x18650	4x18650	4x18650
Источник питания встроенный	Li-ion	Li-ion	Li-ion
Напряжение питания	14,4 В	11 В	11 В
Время работы	3 ч	3 ч	3 ч
Специальные функции			
Отображение видео с двух каналов			
— В режиме наложения	Нет	Нет	Да
— Каждый из каналов в отдельности	Да	Да	Да
Регулировка порога наложе- ния видео с ИК-камеры	Нет	Нет	Да
Цифровое увеличение обоих каналов	Да	Да	Да
Возможность включения ИК-подсветки	Да	Да	Да
Регулировка яркости микродисплеев	Да	Да	Да
Возможность измерения			
Дальности (дальномером)	Внешний дальномер	Да	Да
Азимута цели (электронным компасом)	Нет	Да	Да
Углов прибора (акселерометром)	Нет	Да	Да
Координат собственных/цели	Внешний GPS	Да	Да
Сохранение/просмотр кадров	Да	Да	Да
Подключение к планшету	Нет	Да	Да
Носитель информации	SD-карта	SD-карта	SD-карта

Следует отметить, что функция наложения, объединяющая изображения тепловизионного и телевизионного каналов, доступна только в модели прибора разведки «СПРУТ-3.1», в остальных моделях предусмотрено использование либо телевизионного, либо тепловизионного канала для ведения наблюдения. Все модели прибора разведчика «СПРУТ-3» обеспечивают сохранение информации на носитель информации с возможностью последующего просмотра.

Функционал приборов разведки «СПРУТ-3М1» и «СПРУТ-3.1» значительно расширен благодаря интеграции встроенного дальномера, электронного компаса, акселерометра, приемника сигналов спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС, а также специального процессора, обеспечивающего вычисление собственных координат и электронных координат обнаруживаемых целей.

Данные приборы способны не только обеспечить ведение всепогодного наблюдения, но и дополнительно предоставить разведчику комплексную информацию, включающую дальность до цели (дальномер), азимут цели (электронный компас), углы прибора (акселерометр), а также собственные координаты и координаты цели. Также для данных моделей предусмотрена возможность визуализации получаемой информации на планшетном компьютере с предустановленной электронной картой местности.

Предельная дальность обнаружения человека/автомобиля прибором разведчика «СПРУТ-3ПМ» составляет не менее 1 059/3 177 м. При этом предельная дальность распознавания человека/автомобиля — не менее 353/1 059 м.

Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2»^{1,2,3}

Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2» (рис. 6.116–6.118) представляет собой высокоэффективное комбинированное электронно-оптическое средство круглосуточного всепогодного наблюдения и разведки, предназначенное для проведения поисково-спасательных и разведывательных операций, выявления с помощью канала лазерной локации снайперов и наблюдателей, обнаружения скрытых и замаскированных объектов с температурой, отличающейся от температуры окружающей среды, поиска улик, ночного патрулирования, скрытого наблюдения и слежения, а также поиска раненых и пострадавших в результате боевых действий или стихийных бедствий.



Рис. 6.116. Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2» (вид справа)

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/поисково-досмотровый-прибор-спрут-2-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tekhnika.html> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.



*Рис. 6.117. Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2»
(вид слева)*



*Рис. 6.118. Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2»
(вид со стороны окуляров)*

Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2» имеет два варианта исполнения: «СПРУТ-2НВ» и «СПРУТ-2ОЛ». Общим для данных вариантов исполнения является тепловизионный канал. Отличие моделей друг от друга заключается в вариантах объединения в одном приборе тепловизионного канала с каналом ночного видения или каналом лазерной локации.

В приборе «СПРУТ-2НВ» тепловизионный канал дополнен каналом ночного видения на основе электронно-оптического преобразователя не ниже поколения II+ и лазерной подсветки с длиной волны 915 нм. Оператор может вести наблюдение с использованием одного или попеременно двух каналов. Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «Спрут-2НВ» предназначен для ведения наблюдения на открытой местности в процессе решения различных задач, связанных с обнаружением тепловых или оптических аномалий. Прибор «Спрут-2НВ» способен обеспечить ведение скрытого наблюдения в темное время суток, наблюдения в условиях сильных оптических помех, таких как дым, туман, поиск людей, животных, транспортных средств и других технических устройств, обнаружение следов деятельности человека, тепловых следов, обнаружение скрытых и замаскированных объектов.

В портативном двухканальном поисково-досмотровом приборе «СПРУТ-2ОЛ» тепловизионный канал объединен с каналом лазерной локации, работающем в «дуэльном» режиме обнаружения длиннофокусной оптики по ретроотражению. Канал работает в импульсном режиме с длиной волны лазерного зондирующего излучения 915 нм. Прибор «Спрут-2ОЛ» предназначен для проведения разведывательных и оперативных поисковых мероприятий, всепогодного круглосуточного наблюдения за расположением, перемещением людей и техники, обнаружения скрытых и замаскированных объектов с температурой, отличающейся от температуры окружающей среды, а также обнаружения снайперских прицелов и других систем наблюдения с помощью системы лазерной локации, эксплуатируемый в условиях умеренного климата на открытом воздухе и в помещениях.

Основные технические характеристики портативного двухканального поисково-досмотрового прибора «СПРУТ-2» приведены в таблице 6.32^{1,2,3}.

Таблица 6.32

**Основные технические характеристики портативного двухканального
поисково-досмотрового прибора «СПРУТ-2»**

Характеристика	«СПРУТ-2НВ»	«СПРУТ-2ОЛ»
Характеристики канала ночного видения		
Тип ЭОП	И+	-
Формат приемника	752x582 пикс	-
Чувствительность фотокатода	595 мкА/лм	-
Минимальная освещенность на фотокатоде	0,00001 лк	-
Разрешение (предельное разрешение)	55 (60) штр/мм	-
Фокусное расстояние	50 мм	-
Угол поля зрения	5,49°x7,32°	-
Дальность наблюдения	до 450 м	-
Длина волны ИК-подсветки	850 нм	-
Выходной сигнал	PAL	-
Характеристики канала оптической локации		
Рабочий диапазон канала	-	915 нм
Разрешение канала	-	570 ТВЛ
Минимальная освещённость	—	0,0003 лк (F1,4)
Тип приемника излучения	-	1/2" CCD
Формат приемника излучения	-	752x582 пикс
Фокусное расстояние объектива	-	50 мм
Поле зрения видеокамеры	-	5,49°x7,32°
Соотношение сигнал/шум	-	46 дБ
Дальность обнаружения длиннофокусной оптики	-	до 1 000 м

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL:<https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/поисково-досмотровый-прибор-спрут-2-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL:<https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tekhnika.html> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

Характеристика	«СПРУТ-2НВ»	«СПРУТ-2ОЛ»
Длина волны лазерной подсветки	-	808 нм
Характеристики тепловизионного канала, общего для двух моделей		
Тип приемника теплового излучения	Неохлаждаемый микроболометр aSi	
Формат приемника теплового излучения	320х240 пикс	
Минимальная различимая разность температур	не более 0,05°С	
Рабочий спектральный диапазон	8–14 мкм	
Время выхода на рабочий режим	не более 7 с	
Объектив		
Фокусное расстояние	не менее 50 мм	
Угол поля зрения	не менее 12°х9°	
Диапазон фокусировки	1,0 м...∞	
Дальность действия		
Дистанция обнаружения/распознавания человека	1 015/400 м	
Окуляр и встроенный микродисплей		
Диапазон настройки окуляра	±4 диоптр.	
Тип и разрешение микродисплея	AMLCD 0,44", 640х480 пикс	
Питание		
Автономное питание: тип источника, напряжение	3хАА, 3-5 В	
Сетевое питание: сетевой адаптер	12 В	
Время непрерывной работы	не менее 6 ч	
Физические характеристики		
Масса прибора с элементами питания, не более	2,5 кг	
Габаритные размеры прибора	246х200х96 мм	
Класс защиты корпуса	IP66	
Условия эксплуатации		
Диапазон рабочих температур	-20...+50°С	

Корпус аппаратуры изготовлен из ударопрочного пластика и обрешинен. В базовый комплект поставки входят портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2», аккумулятор, сетевое питающее устройство, сетевой кабель СПУ, видеокабель, салфетка для очистки оптики, штатная транспортная упаковка (кейс), а также комплект эксплуатационной документации.

Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5»^{1,2,3}

Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5» (рис. 6.119–6.121), совмещающий тепловизионный и ночной каналы, представляет

¹ Сайт производителя компании «Фарвижн». URL: https://farvision.n4.biz/products/-/products/item_details/14682752_Тепловизионный-ночной-комплекс-ТНК-5 (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6945&tbl=10.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт ИА «Оружие России». URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/60517/> (дата обращения: 01.03.2023).

собой многоспектральный наблюдательный прибор, предназначенный для наблюдения, обнаружения и распознавания объектов, в том числе замаскированных, при работе в ночных и неблагоприятных условиях, таких как туман, задымление или полная темнота.



Рис. 6.119. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5» (вид со стороны объективов)



Рис. 6.120. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5» (вид со стороны объективов)



Рис. 6.121. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5» (вид со стороны объективов и со стороны окуляра)

Основными сферами применения портативного комбинированного тепловизионно-ночного наблюдательного прибора «ТНК-5» являются ^{1,2}:

- охрана и контроль территории с выявлением и регистрацией нарушений;
- обнаружение людей и техники на большом расстоянии;
- проведение поисковых и спасательных операций;
- ориентация на местности в ночных и прочих неблагоприятных условиях.

Прибор имеет тепловизионный оптический канал на основе микроболометрической матрицы формата 384x288 пикс и ночной канал на базе электронно-оптического преобразователя поколения III. Каналы совмещены в одном корпусе и имеют один общий окуляр.

Предусмотрена возможность ведения наблюдения как в режиме ночного или тепловизионного канала по очереди, так и в режиме «комбинированный», при котором «тепловизионная картинка» оптически накладывается на изображение, получаемое через ночной канал.

«Комбинированное» изображение позволяет наблюдателю не только обнаружить и распознать «живой» объект, но и идентифицировать «цель». Данный режим обеспечивает ведение наблюдения без потери разрешающей способности ни по одному из каналов. Пример ведения наблюдения с помощью портативного комбинированного тепловизионно-ночного наблюдательного прибора «ТНК-5» показан на рисунке 6.122³.



Рис. 6.122. Пример ведения наблюдения с помощью прибора «ТНК-5»

Основные технические характеристики портативного комбинированного тепловизионно-ночного наблюдательного прибора «ТНК-5» приведены в таблице 6.33^{4,5,6}.

¹ Сайт производителя компании «Фарвижн». URL:https://farvision.n4.biz/products/-/products/item_details/14682752_Тепловизионный-ночной-комплекс-ТНК-5 (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6945&tbl=10.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт компании LumenHouse. URL:https://lumenhouse.ru/catalog_nv_and_irt/thermal_imaging_night_complex_of_tnk_5/ (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя компании «Фарвижн». URL:https://farvision.n4.biz/products/-/products/item_details/14682752_Тепловизионный-ночной-комплекс-ТНК-5 (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL:<http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6945&tbl=10.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт ИА «Оружие России» URL:<https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/60517/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.33

**Основные технические характеристики портативного комбинированного
тепловизионно-ночного наблюдательного прибора «ТНК-5»**

Характеристика	Ночной канал	Тепловизионный канал
Рабочий спектральный диапазон	0,6 ÷ 0,9 мкм	8 ÷ 12 мкм
Увеличение	2 ± 0,3 крат	
Поле зрения	Не менее 20 угл. град	8х11 угл. град (верт. х горизонт.)
Минимальная обнаружимая разность температур (при 20°С)	-	0,1°С
Диаметр объектива	40 ± 5 мм	50 ± 5 мм
Тип болометрической матрицы	-	Не менее 384х288 пикс
Частота кадров, не менее	-	50 гц
Поколение ЭОПа	III	-
Разрешение применяемого ЭОПа	Не менее 60 штр./мм	-
Диоптрийная регулировка окуляра	От -5 до +5 дптр. (не менее)	
Диапазон фокусировки объективов	Не менее 5 м ÷ ∞	
Дальность обнаружения ростовой фигуры	Не менее 600 м	Не менее 900 м
Дальность распознавания ростовой фигуры	Не менее 350 м	Не менее 450 м
Наличие режимов работы: — работа теплового канала — работа ночного канала — одновременная работа обоих каналов с наложением изображений	Есть, есть, есть	
Наличие синхронной фокусировки объективов в режиме одновременной работы каналов	Есть	
Источник питания	Аккумуляторная батарея NP-FM500H/7,2В	
Время непрерывной работы без подзарядки аккумуляторов	Не менее 4 ч	
Интервал рабочей температуры	От -30 до +50°С	
Габариты прибора	Не более 200х140х75 мм	
Масса	Не более 1,6 кг	

К основным функциональным особенностям прибора «ТНК-5 относятся^{1,2}:

- совмещение в одном корпусе с общим окуляром тепловизионного прибора на основе микроболометрической матрицы формата 384х288 прибора ночного видения на базе ЭОП поколения III;
- синхронная фокусировка объективов в режиме одновременной работы каналов;
- возможность одновременно наблюдать не только теплые «живые объекты», но и весь рельеф местности;

¹ Сайт производителя компании «Фарвижн». URL: https://farvision.n4.biz/products/-/products/item_details/14682752_Тепловизионный-ночной-комплекс-ТНК-5 (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6945&tbl=10.02.02>. (дата обращения: 01.03.2023).

- возможность записи изображения на внешний носитель;
- возможность установки прибора на штатив с посадочной резьбой $\frac{1}{4}$ дюйма.

Лёгкий и прочный корпус прибора защищен от пыли и воды. В базовый комплект поставки входит тепловизионный ночной комплекс «ТНК-5», зарядное устройство и аккумуляторная батарея NP-FM500H, две крышки объектива, салфетка для протирки объектива, ударопрочный кейс для переноски, мягкий чехол, шейный и кистевой ремни, а также руководство по эксплуатации.

Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С»^{1,2,3}

Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С» (рис. 6.123–6.125) предназначен для оборудования временной системы наблюдения за охраняемыми зонами и объектами, обеспечивающей непрерывный контроль и запись информации на режимных объектах с возможностью выбора необходимого фрагмента записи, его просмотра и передачи на внешний носитель.

К основным сферам применения комплекта охранного наблюдения «СПЕКТР-С» относятся⁴:

- обеспечение охранного наблюдения временных объектов;
- оснащение караулов носимыми средствами наблюдения;
- расширение возможностей стационарных систем наблюдения;
- использование в качестве резервного средства охранного наблюдения.



Рис. 6.123. Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С»

¹ Сайт НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/аппаратура-наблюдения-и-контроля/быстроразвертываемый-мобильный-комплект-охранного-наблюдения-спектр-с-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Ковалев А. А., Ковалев А. В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов.

³ Сайт НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные.html> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/аппаратура-наблюдения-и-контроля/быстроразвертываемый-мобильный-комплект-охранного-наблюдения-спектр-с-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.124. Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С»



Рис. 6.125. Пульт управления быстроразвертываемого мобильного комплекта охранного наблюдения «СПЕКТР-С»

В быстроразвертываемом мобильном комплекте охранного наблюдения «СПЕКТР-С» могут быть реализованы следующие информационные каналы¹:

- тепловизионный с рабочим диапазоном длин волн от 7 до 14 мкм;
- лазерный локационный с рабочим диапазоном в пределах от 780 до 940 нм;
- ночной в ближнем ИК-поддиапазоне с рабочим диапазоном длин волн от 700 до 1 000 нм;
- тепловизионный в коротковолновом поддиапазоне ИК с рабочим диапазоном от 1 000 до 1 700 нм;
- тепловизионный в средневолновом поддиапазоне с рабочим диапазоном от 3 до 5 мкм;
- телевизионный с рабочим диапазоном от 350 до 700 нм со спектральными поддиапазонами шириной от 20 до 50 нм, выделяемыми автоматически устанавливаемыми интерференционными фильтрами;
- измерительный (лазерный дальномер) с длинами волн 905 или 1 550 нм;

¹ Сайт НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные.html> (дата обращения: 01.03.2023).

— вспомогательный канал для установки различных осветителей, ИК-прожекторов или лазерных целеуказателей.

Дополнительно быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С» может быть оснащен дополнительным оборудованием, в состав которого могут входить модуль геопозиционирования ГЛОНАСС/GPS, электронный компас и акселерометр. Кроме того, в системе «СПЕКТР-С» предусмотрена возможность объединения с радаром кругового или секторного обзора, что превращает ее в универсальный охранно-наблюдательный комплекс. Примеры таких систем будут рассмотрены в разделе 6.4.4. «Многоспектральные комплексы наблюдения и разведки».

Комплекс «СПЕКТР-С» позволяет выполнять следующие задачи¹:

— обнаруживать с помощью тепловизионного канала объекты при любых погодных условиях в любое время суток;

— просматривать в телевизионном канале объекты, расположенные на больших дистанциях (суммарное увеличение телевизионного канала — 300 крат);

— определять дальность до обнаруженного или наблюдаемого объекта;

— определять точные координаты объекта и азимут на него;

— определять собственные координаты (GPS/ГЛОНАСС);

— определять собственные углы крена и тангажа.

Основные технические характеристики комплекса «СПЕКТР-С» приведены в таблице 6.34².

Таблица 6.34

Основные технические характеристики комплекса «СПЕКТР-С»

Характеристика	Значение
КП	
Количество каналов	8
Габариты	500x400x200 мм
Масса	Не более 17 кг
Время работы от аккумулятора	4ч
Мобильный блок камер	
Дальность передачи сигнала	До 1 000 м
Дальность обнаружения	450 м
Каналы	ТВ, ТПВ, Аудио
Время работы от аккумулятора	24 ч
НСН-1	
Дальность обнаружения РФС, ТПВ-канал	До 1 450 м
Габариты	185x118x68 мм
Масса	0,98 кг
Время работы от аккумулятора	6 ч
НСН-2	
Дальность обнаружения оптики	До 1 000 м
Габариты	217x144x75 мм
Масса	1,5 кг
Время работы от аккумулятора	5 ч

¹ Там же.

² Сайт НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/аппаратура-наблюдения-и-контроля/быстроразвертываемый-мобильный-комплект-охранного-наблюдения-спектр-с-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

В зависимости от варианта исполнения и функционального назначения отдельные аппаратурные средства серии «СПЕКТР» могут носить название «ОМАР».

Тепловизионные системы наблюдения серии «ОМАР»¹

Тепловизионные системы наблюдения серии «ОМАР» (рис. 6.126, 6.127) предназначены для эффективной охраны территорий, зон, акваторий, различных объектов, периметров и границ, для обнаружения различных целей, определения расстояния до цели и координат, а также для сопровождения движущихся целей с выдачей текущих координат.



Рис. 6.126. Тепловизионная система наблюдения серии «ОМАР»



Рис. 6.127. Тепловизионная система наблюдения серии «ОМАР»

Многоспектральная тепловизионная система наблюдения серии «ОМАР» включает следующие основные элементы и подсистемы²:

— несколько модификаций тепловизионного канала;

¹ Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные/тепловизионные-системы-наблюдения-серии-tch-10-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные/тепловизионные-системы-наблюдения-серии-tch-10-detail.html> (дата обращения: 01.03.2023).

- телевизионный канал с оптическим увеличением 28 крат;
- канал измерения расстояния до обнаруживаемой цели;
- электронный компас;
- модуль GPS/ГЛОНАСС;
- акселерометр;
- лазерный дальномер.

Использование нескольких каналов наблюдения в сочетании с дополнительным оборудованием позволяют тепловизионной системе наблюдения серии «ОМАР» обеспечить выполнение следующих задач, относящихся к сфере наблюдения и разведки¹:

- обнаружение в контролируемой зоне различных объектов при любых погодных условиях, в любое время суток и при различных помехах (дождь, снег, смог, дым и т. п.);
- детальное рассмотрение обнаруженных объектов, в том числе расположенных на больших расстояниях, с помощью телевизионного канала с суммарным увеличением 300 крат;
- определение с высокой точностью расстояния до обнаруженного объекта;
- определение точных координат и азимута на объект;
- определение собственных координат (GPS/ГЛОНАСС);
- определение собственных углов крена и тангажа;
- ведение сопровождения обнаруженных целей с выдачей текущих координат.

Технические характеристики тепловизионной системы наблюдения серии «ОМАР» приведены в таблице 6.35².

Таблица 6.35

Технические характеристики тепловизионной системы наблюдения серии «ОМАР»

Характеристика	Значение/Особенности	
Тепловизионный канал		
Тип приемника теплового излучения	Микроболометр aSi	
Формат приемника	320x240 (384x288; 640x480) пикс	
Рабочий спектральный диапазон	7–14 мкм	
Минимальная различимая разность температур	0,05°С	
Фокусное расстояние объектива	50 мм	35–105 мм
Регулировка фокуса	Ручная	Моторизованная
Угол поля зрения объектива	12x9°	От 18x13 до 6x4,5°
Диапазон фокусировки объектива	1 м...∞	
Дистанция обнаружения ростовой фигуры человека	До 1 015 м	До 2 000 м
Видеовыход	PAL	
Функциональные возможности	Инверсия, цифровое увеличение	
Телевизионный канал		
Тип приемника	CCD, цветной, 1/4"	
Формат приемника	768x526 пикс	
Видеовыход	PAL	
Увеличение	Оптическое — 28 крат Цифровое — 12 крат	
Контроль баланса белого/усиления/компенсации задней подсветки	Автоматический	
Функциональные возможности	Автофокусировка, стабилизация изображения, цветовая коррекция	
Дальномер		
Длина волны излучения лазера	1 550 нм	

¹ Там же.² Там же.

Максимальное измеряемое расстояние	3 000 м
Функциональные возможности	Вывод измеренного расстояния на монитор
Электронный компас	
Функциональные возможности	Вывод на экран азимута положения компаса
GPS/ГЛОНАСС	
Функциональные возможности	Вывод на монитор текущей координаты
Акселерометр	
Функциональные возможности	Вывод на монитор угла тангажа и крена
Питание	
Напряжение питания	12 В
Потребляемая мощность	20 Вт
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	-10...+45°C

Примером нового поколения мультиспектральных комплексов может служить многоканальный мультиспектральный комплекс наблюдения и разведки «Пластун», разработанный НПЦ «Спектр-АТ»¹.

Многоканальный мультиспектральный комплекс наблюдения и разведки «Пластун» (рис. 6.128) обеспечивает ведение наблюдения и разведки местности с помощью электронно-оптического модуля, в котором могут быть интегрированы следующие каналы: тепловизионный длинноволновый (7–14 мкм), тепловизионный коротковолновый (1,0–3 мкм), высокочувствительный телевизионный с вариообъективом (5–125 мм), канал ночного видения (ПНВ) и канал лазерной локации.



Рис. 6.128. Многоканальный мультиспектральный комплекс наблюдения и разведки «Пластун»

¹ Канал «Новости промышленности». URL: <https://dzen.ru/a/YSX8l0HCcjJaNwh2> (дата обращения: 01.03.2023).

Кроме того, комплекс «Пластун» оснащен мощным лазерным дальномером, позволяющим с высокой точностью определять расстояние до обнаруженной цели на дистанции до 10 км, электронным компасом, акселерометром и GPS/ГЛОНАСС-модулем. Комплекс приводится в рабочее состояние за время, не превышающее 15 мин, и может быть размещен на любом транспортном средстве.

Портативная версия комплекса «Пластун-М» обладает значительно меньшими габаритами, устанавливается на штативе и может быть легко перенесена с места на место оператором и его помощником. Ее технические характеристики и функциональные возможности обеспечивают эффективное наблюдение и разведку местности на расстоянии до 5 000 м.

Одной из конструктивных особенностей всех рассмотренных выше тепловизионных систем является использование неохлаждаемой термочувствительной (микроболометрической) матрицы. Наряду с данным классом тепловизионных приборов для ведения круглосуточного всепогодного наблюдения используются тепловизоры с охлаждаемой термочувствительной матрицей.

Тепловизор с неохлаждаемой микроболометрической матрицей имеет более компактные размеры и меньшую стоимость по сравнению с тепловизионной системой на основе охлаждаемой термочувствительной матрицы, но уступает ей в чувствительности. Высокая, вплоть до регистрации единичных фотонов, чувствительность тепловизора с охлаждаемой микроболометрической матрицей достигается путем помещения микроболометрической матрицы в герметичный вакуумный корпус с криогенной установкой, что позволяет нивелировать влияние собственного излучения матрицы и компонентов тепловизора на полезный сигнал. Высокая чувствительность тепловизоров данного класса, позволяющая обнаруживать человека на расстояниях, превышающих 10 км, находит применение в системах охранного наблюдения особо важных стратегических объектов. Одним из примеров тепловизионных комплексов с охлаждаемой микроболометрической матрицей является тепловизионный комплекс охраны особо важных объектов РТР-900М, который будет подробно рассмотрен ниже.

Тепловизионный комплекс охраны особо важных объектов РТР-900М¹

Тепловизионный комплекс РТР-900М (рис. 6.129) представляет собой комбинированную охранную систему дальнего радиуса действия, предназначенную для круглосуточного всепогодного наблюдения и охраны периметра государственных границ, береговых линий, особо важных объектов, охраняемых территорий и резиденций, в том числе в полной темноте, в условиях низкой освещенности и плохой видимости, в тумане, в дыму, во время снегопада и при прочих неблагоприятных условиях.

Тепловизионный комплекс охраны особо важных объектов РТР-900М является мощным мультисенсорным комплексом, в состав которого входят тепловизор с охлаждаемым детектором и высокочувствительная телевизионная камера с 40-кратным оптическим увеличением, установленные на поворотном устройстве. Дополнительно система РТР-900М комплектуется лазерным дальномером и системой автоматической стабилизации изображения, что позволяет в автоматическом режиме следить за перемещением целей и обеспечить идеально стабильное изображение.

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: <https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannyye-teplovizory/povorotnye/rtr-900m.htm> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.129. Тепловизионный комплекс охраны особо важных объектов РТР-900М на треноге

В состав мультисенсорной охранной системы РТР-900М входят¹:

1. Тепловизор (основной сенсор).

Основным элементом поворотной мультисенсорной охранной системы РТР-900М является охлаждаемый тепловизор, работающий в средневолновом сегменте инфракрасного диапазона (MWIR) с длинами волн от 3 до 5 мкм. Тепловизор оснащен матрицей высокого разрешения 640×512 элементов, размер чувствительного элемента которой составляет 15 мкм. Благодаря использованию новых технологий и методов производства чувствительность матрицы этого типа была улучшена до 17 мК (NETD). Частота тепловизионного изображения, равная 25 Гц PAL позволяет получать чёткое и плавное тепловизионное изображение движущейся с высокой скоростью цели.

Объектив тепловизора оснащён непрерывным оптическим масштабированием 20х, позволяющим рассмотреть детали, не теряя цели из виду, и имеет функцию автофокусировки. Для защиты объектива от внешних воздействий, на внешнюю поверхность первой линзы нанесено специальное алмазоподобное покрытие (DLC).

2. Видеокамера (вспомогательный сенсор).

Видеокамера в системе РТР-900М выполняет роль вспомогательного сенсора, который в условиях освещения позволяет получать цветную картинку и видеть более детальное изображение объекта. Видеокамера обладает оптическим масштабированием 40х и автоматической фокусировкой изображения. Предусмотрена возможность замены видеокамеры на другую, с матрицей более высокого разрешения.

3. Поворотная платформа.

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: <https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannyye-teplovizory/povorotnye/rtr-900m.htm> (дата обращения: 01.03.2023).

Тепловизионные системы РТР-900М оснащены поворотной платформой, позволяющей оператору осуществлять непрерывный поворот камеры $n \times 360^\circ$ и наклон $\pm 35^\circ$. Использование поворотной платформы значительно улучшает ситуационную осведомленность оператора.

4. Цифровой лазерный дальномер.

Мультисенсорные системы РТР-900М комплектуются безопасным для зрения лазерным дальномером, позволяющим измерять расстояние до объекта наблюдения в пределах 10 км.

5. Консоль управления.

Для управления мультисенсорной системой РТР-900М может использоваться специальная консоль (рис. 6.130), в состав которой входят экран для отображения видео и другой информации, джойстик для управления системой, а также клавиатура для ввода данных.



Рис. 6.130. Консоль управления мультисенсорной системы РТР-900М

Консоль управления имеет видеовыходы и общий вход для питания всей системы, включая консоль. Использование такого пульта управления особенно удобно в мобильном применении, где важным являются быстрота сборки, удобство управления и отображения информации.

6. GPS и компас (опционально).

Наряду с лазерным дальномером мультисенсорные системы РТР-900М могут быть оснащены модулем GPS и цифровым магнитным компасом. Применение лазерного дальномера с модулем GPS и цифровым магнитным компасом позволит получить полные координаты объекта наблюдения с возможностью отображения его на электронной карте местности.

Мультисенсорная система РТР-900М имеет две возможные схемы подключения конструктивных элементов (рис. 6.131 и рис. 6.132)¹.

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: <https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannyye-teplovizory/povorotnye/rtr-900m.htm> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.131. Первый вариант схемы подключения конструктивных элементов системы RTR-900M

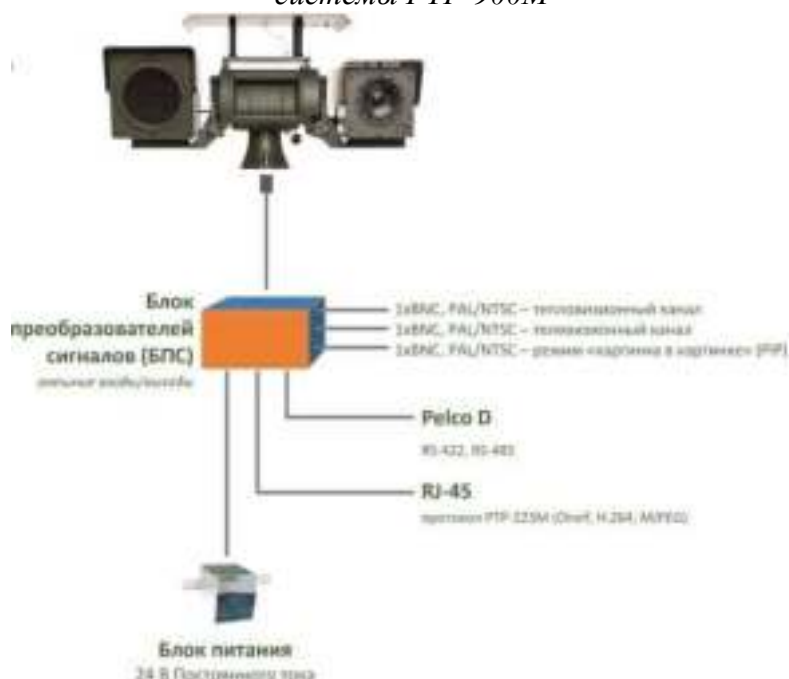


Рис. 6.132. Второй вариант схемы подключения конструктивных элементов системы RTR-900M

Мультисенсорная охранная система RTR-900M может быть интегрирована в существующие системы наблюдения и радиолокационные комплексы. При интеграции с РЛС система автоматически наводит тепловизионную систему на цель и следит за ней без участия оператора.

Также производителем предусмотрена возможность кастомизации системы под конкретные задачи, установки дополнительных устройств, настройки видеоаналитики, а также возможность автоматизации сбора и обработки данных с тепловизора и видеокамеры.

К основным преимуществам мультисенсорной системы РТР-900М относятся¹:

- охлаждаемый тепловизионный детектор высокого разрешения 640×512 пикселей;
- частота кадров тепловизора 25 к/с;
- фокусное расстояние объектива от 45 до 900 мм — оптический зум тепловизора 20х;
- видеокамера FullHD с фокусным расстоянием от 27 до 1 070 мм — оптический зум 40х;
- видеотрекинг и видеостабилизация изображения;
- быстрый автофокус на тепловизоре и на видеокамере;
- лазерный дальномер с дальностью действия до 10 км;
- дальность обнаружения тепловизором автомобиля до 25 км;
- дальность обнаружения тепловизором человека до 19,2 км;
- дальность распознавания автомобиля до 9,2 км;
- дальность распознавания человека до 7,2 км;
- переносной пульт управления для работы в полевых условиях;
- непрерывное вращение по горизонту;
- класс защиты IP-66;
- диапазон рабочих температур –50...+60 °С.

При небольших размерах тепловизионная система безопасности РТР-900М позволяет вести мониторинг и наблюдение за территорией радиусом в 25 км. Для контроля и охраны больших по размеру территорий предусмотрена возможность объединения нескольких систем РТР-900М в единую сеть. Тепловизионный комплекс РТР-900М может быть развернут стационарно, установлен на автомобиль или телескопическую треногу. Кроме того, мультисенсорная охранная система РТР-900М может быть интегрирована в существующие системы наблюдения и радиолокационные комплексы.

Основные технические характеристики тепловизионного комплекса охраны особо важных объектов РТР-900М представлены в таблице 6.36².

Таблица 6.36

Основные технические характеристики тепловизионного комплекса охраны особо важных объектов РТР-900М

Характеристика	Значение
Тепловизор	
Спектральный диапазон	3–5 мкм (MWIR)
Разрешение детектора	640×512 пикс.
Размер пикселя детектора	15 мк
Температурная чувствительность	17 мК (NETD)
Частота кадров	25 к/с
Фокусное расстояние объектива	от 45 до 900 мм (зум 20х)
Угловое поле зрения	От 12,2 (Г) × 9,7 (В) до 0,61 (Г) × 0,49° (В)
Автофокусировка	Да
Видеокамера	
Тип матрицы	1/2"
Разрешение	1 920×1 080 пикс., Full HD
Фокусное расстояние объектива	От 27 до 1 070 мм (зум 40х)
Угловое поле зрения	От 15,4 (Г) × 8,7 (В) до 0,45 (Г) × 0,25° (В)

¹ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». URL: <https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/povorotnye/rtr-900m.htm> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

Характеристика	Значение
Автофокусировка	Да
Лазерный дальномер	
Предельная дальность измерения,	10 км
Точность измерения	1,5 м
Поворотное устройство	
Угол поворота по горизонтали	$n \times 360^\circ$
Скорость вращения по горизонтали	0,01...60 °/с
Угол поворота по вертикали	От -45 до +60°C
Скорость вращения по вертикали	0,01...60 °/с
Общие параметры	
Интерфейс подключения	Ethernet
Напряжение электропитания	24 В постоянного тока (от 20 В до 32 В)
Потребляемая мощность	300 Вт
Температура эксплуатации	-50 ...+60°C
Класс защиты	IP66

Таким образом, современные мультиспектральные средства наблюдения и разведки представляют собой комплекс технических средств, в котором интегрированы несколько информационных каналов, относящихся к различным диапазонам спектра электромагнитных волн, обеспечена возможность обработки изображения по каждому из них в режиме реального времени или построения единого изображения, объединяющего изображения из разных каналов, а также реализована функция видеоаналитики.

6.4.4. Мультиспектральные комплексы наблюдения и разведки с компьютерным зрением

Дальнейшим развитием мультиспектральных комплексов наблюдения и разведки является создание технических комплексов с использованием процедур видеоаналитики на основе нейросетевых алгоритмов искусственного интеллекта (систем с «компьютерным зрением»), обеспечивающих автоматическое обнаружение и классификацию целей с передачей оператору соответствующей информации в режиме реального времени. Ниже будут подробно рассмотрены мультиспектральные комплексы наблюдения и разведки с «компьютерным зрением».

Модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ»^{1,2,3}.

Модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ» является спецпроектом российской компании ООО «Диагностика-М», ведущего производителя систем безопасности под брендом ТСНК, по созданию современной комплексной системы безопасности для охраны инфраструктурных объектов с высоким уровнем интеграции технологий контроля и решений по автоматизации обработки информации на основе многозадачной архитектуры нейронных сетей, созданных благодаря прогрессу в области технологий искусственного интеллекта.

Система охраны периметра «Radar-IQ» предназначена для охраны территории объектов критической инфраструктуры, специальных и режимных объектов, а также частной соб-

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL:<https://radar-iq.ru/products> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL:<https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL:https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

ственности от наземных и воздушных угроз и является одним из перспективных примеров интеграции различных высокотехнологичных инновационных решений в системах наблюдения и контроля охраняемых территорий.

Система «Radar-IQ» может эффективно применяться для контроля государственной границы Российской Федерации, а также для обеспечения безопасности воздушных и морских портов, критически важных объектов энергетической, нефтегазовой, транспортной и телекоммуникационной инфраструктуры, специальных государственных объектов и объектов частной собственности, а также в местах массового скопления людей. Кроме того, система «Radar-IQ» может использоваться для охраны периметра объектов Федеральной службы исполнения наказаний.

Модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ» представляет собой принципиально новую концепцию системы безопасности, которая обеспечивает идентификацию воздушных и наземных угроз с помощью комплексного применения взаимосвязанных компонентов системы, таких как активные радары, видеокамеры, тепловизоры и программное обеспечение, действующих, как единый организм под управлением вычислительного контроллера с искусственным интеллектом. Технологии системы «Radar-IQ» позволяют осуществить трансформацию защиты линии периметра в систему защиты территории или пространства.

Состав системы «Radar-IQ»

В состав модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ» входят следующие основные элементы^{1,2}:

1. Модуль «Radar».

Ключевыми элементами системы «Radar-IQ» являются детекторы движения радарного типа, механизм действия которых основан на импульсно-доплеровском принципе детектирования движущихся объектов как в воздухе, так и на земле. Радары не только обнаруживают любую движущуюся цель в пределах защищаемой зоны, но и способны одновременно отслеживать множество целей.

В системе «Radar-IQ» используются два типа радаров — трехмерный радар с полным купольным покрытием DR-500 и радар наземного наблюдения GR-800. Конструктивное решение радарных модулей позволяет покрывать территорию куполом кругового слежения диаметром до 1 600 м.

В отличие от традиционных радаров с механическими узлами, в конструкции радаров системы «Radar-IQ» нет движущихся частей, что позволяет значительно повысить показатели прочности, долговечности, скорости и многозадачности работы. Именно многозадачность позволяет радарам системы «Radar-IQ» не только вести сопровождение цели без потери контроля над всей остальной охраняемой территорией, но и предсказывать движение подозрительных объектов благодаря технологии траекторного контроля.

2. Модуль «DV-EYE».

Модуль «DV-EYE» представляет собой единое опорно-поворотное устройство с камерой и тепловизором (опция). Ключевой задачей данного модуля является объединение радара и поворотной камеры в единое устройство без «слепых» зон, с круговым обзором в 360° и с единой откалиброванной системой полярных координат. Панорамирование с непрерывным вращением, беспрепятственный обзор на 360° по горизонтали, а также наклонной 180° вверх и вниз гарантирует полный сферический обзор окружающего пространства.

3. Модуль «Core-IQ».

Модуль «Core-IQ» построен на основе мультиспектрального вычислительного контроллера с искусственным интеллектом и является основным связующим звеном для мо-

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL:<https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL:https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

дульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ», так как объединяет все компоненты в единую систему. Многозадачность искусственного интеллекта системы «Radar-IQ» позволяет существенно снизить влияние человеческого фактора на работу всей системы безопасности. Функции оператора сводятся лишь к контролю над процессом принятия решений искусственным интеллектом и к техническому обслуживанию всей системы.

В контролере «Core-IQ» под управлением искусственного интеллекта осуществляется анализ данных радарных детекторов, в результате которого производится классификация целей, фильтрация и расстановка приоритетов. На основе готовой аналитики система может произвести визуальное подтверждение угрозы, в том числе используя ночное видение или тепловизор. Для автоматического визуального сопровождения объекта с помощью камеры или тепловизора модуля «DV-EYE» используются соответствующие алгоритмы оптического сопровождения.

4. Модуль программного обеспечения «Radar-IQ Manager».

Модуль программного обеспечения «Radar-IQ Manager» включает программное обеспечение для настройки и параметризации системы «Radar-IQ», а также специализированное рабочее место для оперативного управления системой.

5. Модуль интеграции с внешними мониторинговыми системами.

Данный модуль позволяет преобразовать внутренние данные системы «Radar-IQ» в данные, понятные как для обычной системы охранного видеонаблюдения (VMS), так и для геоинформационной системы (ГИС), используемой для координации взаимодействия служб на объекте.

Основной функцией системы «Radar-IQ» является обнаружение и отслеживание воздушных и наземных объектов на охраняемых территориях и подступах к ним. Система «Radar-IQ» может быть включена в состав системы охраны объекта как датчик охраны периметра¹, защищающий участок протяженностью 1,6 км с прилегающей территорией, или как автономная антидроновая система².

Функциональные связи перечисленных выше элементов системы «Radar-IQ» показаны на рисунке 6.133.

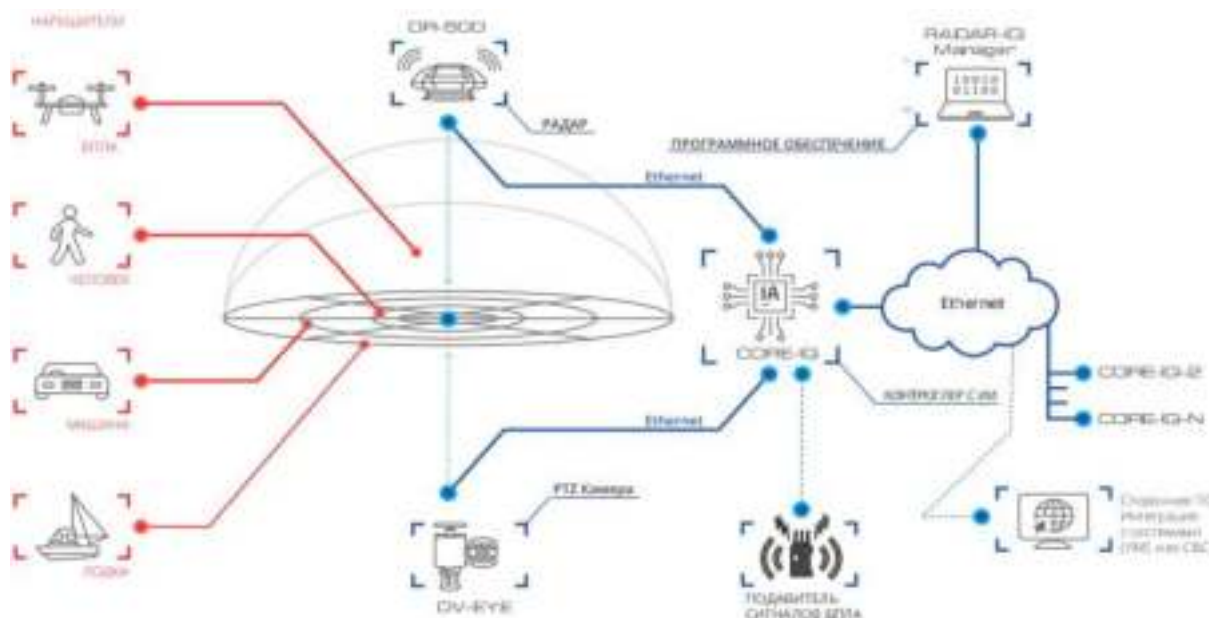


Рис. 6.133. Функциональные связи элементов системы «Radar-IQ»

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/field-of-applications/safety-systems/ohrana-perimetra-obekta/datchiki-ohrany-perimetra/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/field-of-applications/safety-systems/ohrana-perimetra-obekta/antidron/> (дата обращения: 01.03.2023).

В основе системы охраны периметра «Radar-IQ» лежат детекторы движения радарного типа серии DR— и GR-, основанные на импульсно-доплеровском принципе. Детектор, реализованный на таком принципе, обнаруживает движущуюся цель и предоставляет информацию о её размере, скорости, направлении движения, а также положения в пространстве.

Дроны, люди, автомобили и катера обнаруживаются системой «Radar-IQ» с помощью активной радиолокационной технологии задолго до приближения к линии виртуального периметра объекта, что зачастую позволяет исключить установку физического ограждения на объекте.

Применение радаров позволяет не только обнаружить потенциального злоумышленника до проникновения на объект и вести непрерывный визуальный мониторинг его действий в режиме реального времени, но и обеспечить так охрану периметра, где ограждение не применимо, например на участках с водной поверхностью или сложным рельефом.

Благодаря программному обеспечению, оператор может видеть все обнаруженные цели на электронной карте. Для удобства оператора контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ» классифицирует цели по категориям дрон, птица, человек, машина, животное, а затем фильтрует и расставляет приоритеты целей, исходя из степени потенциальной угрозы. На цель с наивысшим приоритетом направляется камера DV-EYE, управление которой также осуществляется контроллером с искусственным интеллектом «Core-IQ». Комбинированные алгоритмы, использующие данные радара, видеокамеры или тепловизора, позволяют уверенно сопровождать цель в любых условиях. При этом цель для оптического распознавания и сопровождения может быть выбрана как в автоматическом, так и в ручном режиме. Система видеоаналитики распознает и подтверждает наличие детектированной цели в кадре. Средства видеоаналитики распознают форму объекта и подтверждают обнаруженную цель.

В качестве датчика охраны периметра, система «Radar-IQ», в отличие от вибрационных датчиков охраны периметра, способна не только свести к минимуму ложные срабатывания благодаря использованию радарного комплекса, но и отследить все действия нарушителя с помощью системы видеосопровождения.

Для борьбы с дронами, модульная мультиспектральная система охраны территории «Radar-IQ» комплексно использует технические средства радиолокации, видеонаблюдения и видеоаналитики, которые входят в ее состав. Приближающийся БПЛА обнаруживается средствами радиолокации задолго до того, как он достигнет охраняемого периметра. Видеокамера, совмещенная с радаром, обеспечивает сопровождение БПЛА на всем пути его следования. Видеопоток и тепловизионное изображение проходят процедуру анализа с помощью искусственного интеллекта, что позволяет не только обнаружить и обозначить в реальном времени положение всех движущихся в пространстве объектов, но и отличить БПЛА от птиц. Зная положение дрона и наблюдая его в реальном времени, оператор принимает решение о его подавлении до того, как он пересечет линию периметра.

Рассмотрим подробнее основные элементы модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ».

Модуль «Radar»

Радары модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ» имеют следующие особенности¹:

1. Бескинематическая твердотельная конструкция.

В составе радарных детекторов «Radar-IQ» нет подвижных и вращающихся частей, включая пассивное охлаждение, что гарантирует высокую надежность в режиме работы 24/7 и более 60 000 ч бесперебойной работы.

2. Встроенная радиолокационная аналитика.

Радарные детекторы Radar-IQ имеют встроенный DSP-процессор, который осуществляет интеллектуальную обработку отраженных эхо-сигналов и формирует данные о целях. Таким образом радарные детекторы передают данные о траекториях целей, обнаруженных с помощью оригинальных алгоритмов, адаптивных фильтров и траекторной аналитики.

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL:<https://radar-iq.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

3. Высокая скорость «сканирования».

«Radar-IQ» использует твердотельную технологию, которая позволяет сканировать пространство с частотой до 35 000 импульсов в секунду и обновлять информацию о положении цели 4 раза в секунду. Это позволяет обнаружить новую цель в среднем за 2 секунды и одновременно отслеживать перемещение до 250 целей.

4. Автоматическая адаптивная настройка порога срабатывания.

Радарные детекторы «Radar-IQ» имеют автоматическую настройку порога чувствительности, которая адаптивно подстраивается к текущему уровню пассивных помех. При этом автоматический выбор порога чувствительности производится независимо для каждой из 24 зон видимости, учитывая уровень пассивных помех в каждой из них.

5. Траекторная чувствительность трековой аналитики «Радара».

В зависимости от условий функционирования и степени угрозы в системе «Radar-IQ» можно выбрать один из 4 уровней чувствительности. Чем выше чувствительность, тем быстрее детектируется цель, но вместе с тем повышается вероятность детектирования ложной цели.

6. Отсутствие влияния осадков на возможность детектирования.

Рабочая частота в диапазоне 5,8 ГГц и оригинальные алгоритмы обработки радарных данных позволяют достичь уверенного обнаружения целей в таких сложных погодных условиях, как дождь, снег или туман.

Трехмерный радар с полным купольным покрытием DR-500^{1,2,3,4}

Компактный импульсно-доплеровский радар DR-500 (рис. 6.134) предназначен для обнаружения движущихся целей в воздушном пространстве на расстоянии до 700 м.



Рис. 6.134. Трехмерный радар с полным купольным покрытием DR-500

Радар DR-500 обеспечивает обнаружение и отслеживание средних (DJI Inspire), мини (DJI Phantom) и микро (DJI Mavic) БПЛА на расстоянии до 500 м. Функция «Discrete Processes Automation» (DPA) позволяет увеличить дальность обнаружения цели до 700 м.

Наряду с воздушными целями радар может обнаруживать в охраняемой зоне наземные движущиеся цели, такие как человек, автомобиль и лодка. В решении антидрон используется как датчик охраны периметра. Площадь защищаемой зоны составляет до 800 000 м².

Характеристики защищаемой зоны компактного импульсно-доплеровского радара DR-500 приведены на рисунке 6.135.

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/dr-500> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/dr-500/> (дата обращения: 01.03.2023).

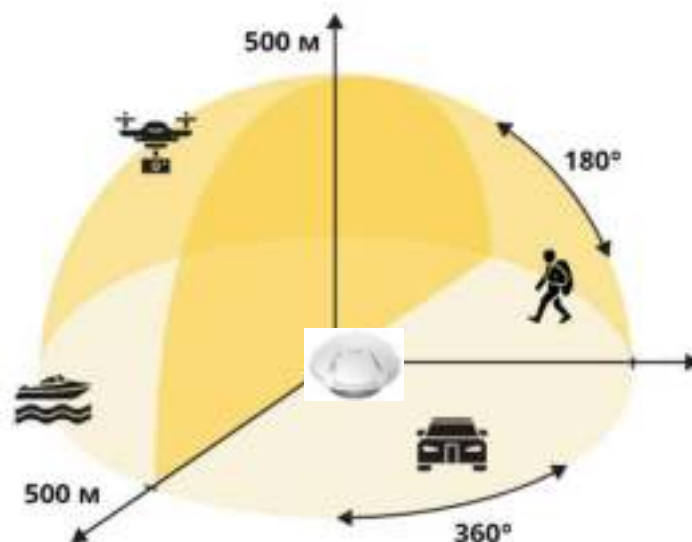


Рис. 6.135. Характеристики защищаемой зоны компактного импульсно-доплеровского радара DR-500

Конструктивные особенности радара DR-500 проиллюстрированы на рисунке 6.136.



Рис. 6.136. Конструктивные особенности радара DR-500

Радар DR-500 смонтирован в герметичном кожухе размером 360x185 мм, гарантирующем круглосуточную защиту оборудования в любую погоду. Подключение оборудования осуществляется одним кабелем благодаря использованию технологии PoE+ (Power over Ethernet), которая определена в стандартах IEEE 802.3af и 802.3at. Технология PoE позволяет передавать удалённому устройству электрическую энергию вместе с данными через стандартную витую пару в сети Ethernet. В радаре DR-500 отсутствуют движущиеся части, что позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы. Обновление трека осуществляется 4 раза в секунду.

Основные технические характеристики трехмерного радара с полным купольным покрытием DR-500 представлены в таблице 6.37^{1,2}.

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/dr-500/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/dr-500> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.37

**Технические характеристики трехмерного радара
с полным купольным покрытием DR-500**

Характеристика радара DR-500	Значение/Особенности
Тип радара	Импульсно-доплеровский, твердотельный, бескинематический
Рабочая частота	5,7–5,8 ГГц (Диапазон С)
Обзор радара по Азимуту	360°
Дальность Обнаружения (стандартная/максимальная)	500/700 м
Дальность обнаружения дрона DJI Phantom 4	450–500 м
Дальность обнаружения дрона DJI Mavic 2	350–500 м
Дальность обнаружения человека	500 м
Одновременно отслеживаемые цели	250
Минимальная ЭПР	0,01 м ² (Дрон)
Фильтр ложных тревог	Интеллектуальный
Динамическое распределение мощности	Есть
Питание/Передача данных	PoE+ / Ethernet
Рабочая температура	От -40 до +60°C

Радар наземного наблюдения GR-800^{1,2,3,4}

Компактный импульсно-доплеровский радар GR-800 (рис. 6.137) предназначен для обнаружения движения наземных целей в охраняемой зоне на расстоянии до 1 200 м.



Рис. 6.137. Радар наземного наблюдения GR-800

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/gr-800> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/gr-800/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристики зоны обнаружения радара наземного наблюдения GR-800 представлены на рисунке 6.138.

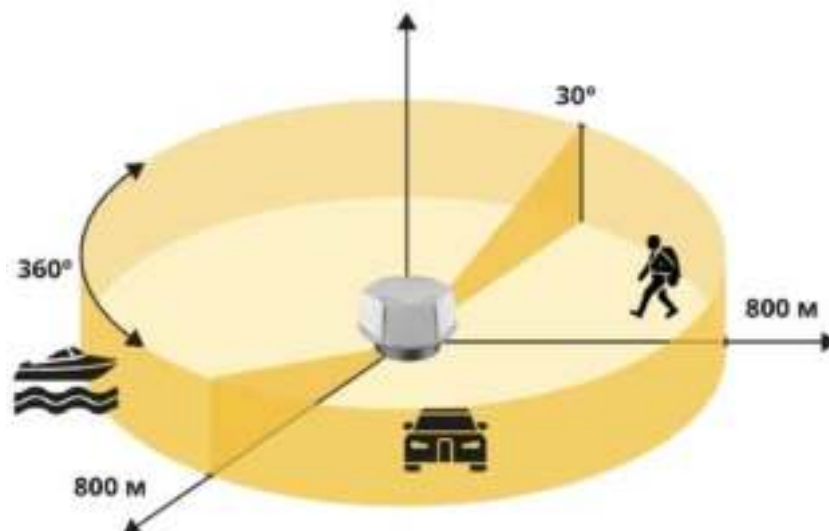


Рис. 6.138. Характеристики зоны обнаружения радара наземного наблюдения GR-800

Радар наземного наблюдения GR-800 обеспечивает обнаружение наземных целей, таких как человек, автомобиль или лодка, на расстоянии до 800 м. Функция ДРА увеличивает дальность обнаружения наземных целей до 1 200 м. Радар GR-800 создает защищаемую зону площадью до 2 100 000 м² и может быть использован в системе как датчик охраны периметра.

Конструктивные особенности радара наземного наблюдения GR-800 представлены на рисунке 6.139.



Рис. 6.139. Конструктивные особенности радара наземного наблюдения GR-800

Радар GR-800 смонтирован в герметичном кожухе размером 360x240 мм, гарантирующем круглосуточную защиту оборудования в любую погоду. Как и в радаре DR-500, подключение питания и данных осуществляется одним кабелем благодаря использованию технологии PoE+.

В радаре GR-800 также отсутствуют движущиеся части, что позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы. Обновление трека осуществляется 4 раза в секунду. Азимутальная точность составляет $\pm 0,50$. Технические характеристики радара наземного наблюдения GR-800 приведены в таблице 6.38^{1,2}.

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/gr-800> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/gr-800/> (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 6.38

Технические характеристики радара наземного наблюдения GR-800

Характеристика радара GR-800	Значение/Особенности
Тип радара	Импульсно-доплеровский, твердотельный, безкинематический
Рабочая частота	5,7–5,8 ГГц (диапазон С)
Обзор радара по Азимуту	360°
Дальность Обнаружения (стандартная/максимальная)	800/1 200 м
Инструментальная дальность обнаружения (DPA) FOV (field of vision) — 360°: Человек / Автомобиль / Лодка	800 м
DPA FOV — 180°: Человек / Автомобиль / Лодка	1 000 м
DPA FOV — 120°: Человек / Автомобиль / Лодка	1 200 м
Одновременно отслеживаемые цели	До 250
Минимальная ЭПР	0,25 м ² (Человек)
Фильтр ложных тревог	Интеллектуальный
Динамическое распределение мощности	Есть
Питание / Передача данных	PoE+ / Ethernet
Рабочая температура	От -40 до +60°C

Камера на опорно-поворотном устройстве DV-EYE¹

В состав модуля DV-EYE (рис. 6.140) входит опорно-поворотное устройство с камерой и местом для крепления радара DR-500 или радара GR-800.

Опционально может быть установлен тепловизор. К особенностям видеокамеры модуля DV-EYE относятся низкая мощность, локальная запись, механизм прямого привода, а также высокая точность и безопасность.



Рис. 6.140. Камера на опорно-поворотном устройстве DV-EYE

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/camera> (дата обращения: 01.03.2023).

Модульная конструкция позволяет разместить на камеру дополнительное оборудование, например тепловизионные модули, ИК и лазерную подсветку. Варианты оснащения камеры дополнительным оборудованием показаны на рисунках 6.141, 6.142.



Рис. 6.141. Дополнительные тепловизионные камеры



Рис. 6.142. Дополнительная ИК-подсветка

Конструктивные особенности модуля DV-EYE отражены на рисунке 6.143.

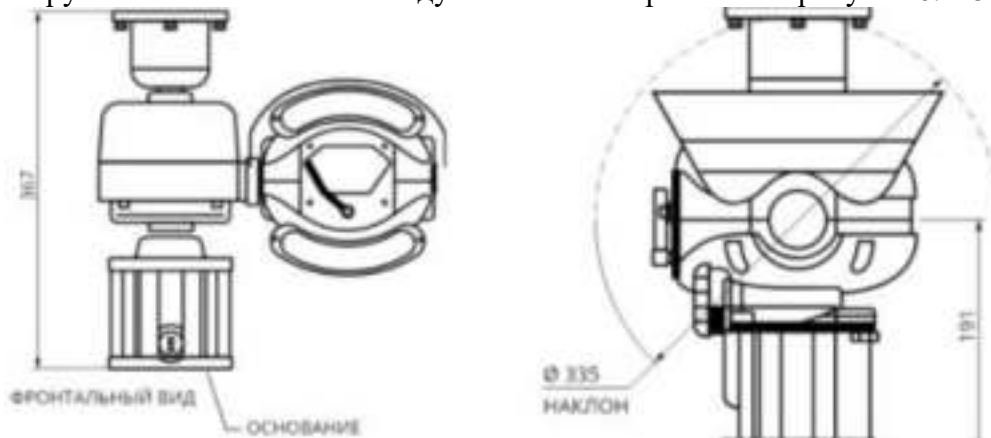


Рис. 6.143. Конструктивные особенности модуля DV-EYE

Технические характеристики видеомодуля DV-EYE-v30xir250 приведены в таблице 6.39¹.

Таблица 6.39

Технические характеристики видеомодуля DV-EYE-v30xir250

Характеристика	Значение
Общие данные	
Температура окружающей среды	от -50 до +60°C (с дополнительным обогревателем)
Защита	IP 67
Вес	12 кг
Мощность	24В/30В, постоянный ток / 100Вт
Видеокамера	
Сенсор камеры	Видео 1/2.8" Exmor-R / 2.13 Мрiх
Объектив	f=4,3-129мм (30х) / 63,70 — 2,30
Чувствительность, люкс	Цветной режим — 0,0013 / ЧБ — 0,0008
Кодек	1 920х1 080 / Два потока
ИК подсветка, м	
Опция 1	ИК 250
Опция 2	ИК 300
Опция 3	ИК 400
Поворотно-опорный механизм	
Поворот	0.1–120°/сек, 360° непрерывное панорамирование
Наклон	0.1–120°/сек, +/- 180°
Предустановки	360°

Опорно-поворотное устройство с камерой и радаром DR-500 изображено на рисунке 6.144. Уникальная конструкция модуля DV-EYE обеспечивает обзор верхней полусферы для радара DR-500, а также круговой обзор для радара GR-800 и видеокамеры.



Рис. 6.144. Опорно-поворотное устройство с камерой и радаром DR-500

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/camera> (дата обращения: 01.03.2023).

Радары и поворотная видеокамера объединены в единое устройство без «слепых» зон и с единой откалиброванной системой полярных координат. Камера на опорно-поворотном устройстве DV-EYE и радары DR-500 и GR-800, откалиброванные в заводских условиях, дополняют друг друга в рамках системы защиты периметра «Radar-IQ».

Контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ»¹

Контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ» (рис. 6.145) является основным связующим компонентом модульной мультиспектральной системы безопасности «Radar-IQ».



Рис. 6.145. Контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ»

Контроллер «Core-IQ» объединяет радар-детектор с круговым обзором и поворотную PTZ-камеру в единую систему, гарантирующую оптическое подтверждение детектированной угрозы на основе анализа нейросетевыми алгоритмами видео и тепловизионного изображения. Функциональные взаимосвязи элементов системы, объединяющей на основе контроллера «Core-IQ» радар-детектор с круговым обзором и поворотную PTZ-камеру, приведены на рисунке 6.146.

Для данной системы характерны определенные конструктивные особенности²:

1. Двухуровневая сеть:

- внутренняя, защищенная Ethernet сеть для камеры и радара;
- внешняя сеть для систем мониторинга, управления и конфигурирования;
- разные уровни доступа для внешней сети;

2. IT-масштабируемость:

- распределенная вычислительная архитектура;
- гибкость и масштабируемость системы;
- многопользовательские сетевые возможности;
- отбалансированная загрузка вычислительных мощностей системы;
- простая интеграция в VMS-системы.

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/core-iq> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <http://files.radar-iq.ru/Controller.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

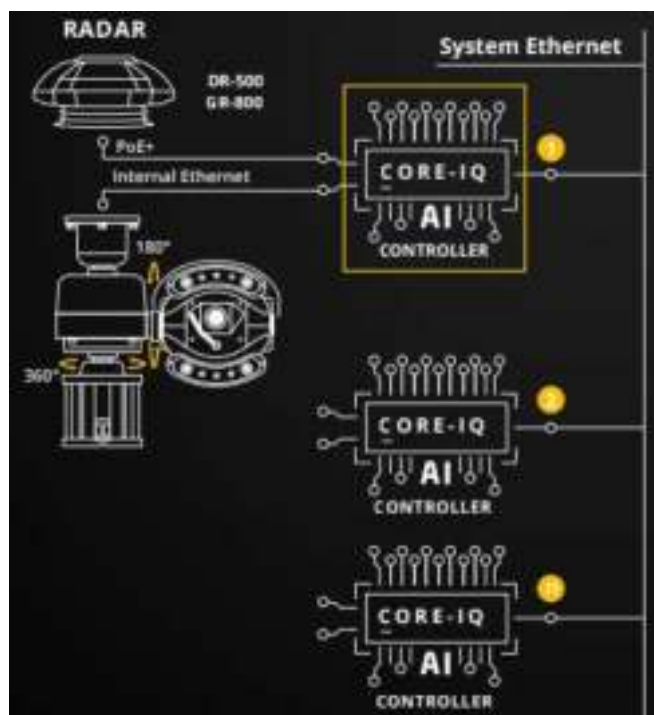


Рис. 6.146. Функциональные взаимосвязи элементов системы, объединяющей на основе контроллера «Core-IQ» радар-детектор и поворотную PTZ-камеру

Основными задачами контроллера с искусственным интеллектом «Core-IQ» являются¹:

- автоматическое распознавание объекта на видео;
- автоматическое слежение за распознанным объектом с помощью PTZ-камеры;
- кодирование видеопотока;
- обработка радарных данных.

Для решения перечисленных выше задач в контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ» встроены следующие функции²:

1. Единое IP-подключение:
 - современная сетевая архитектура.
2. Постобработка радарных данных:
 - преобразование локальных координат целей в GPS;
 - фильтрация ложных целей;
 - классификация целей: человек, машина, грузовик, БПЛА;
 - приоритезация и сортировка целей;
 - контроль виртуального периметра и тревожных зон;
3. Конфигурирование и мониторинг радара:
 - хранение профиля настроек радара;
 - автозапуск радара;
 - технологический мониторинг параметров состояния.
4. Встроенная видеоаналитика:
 - автоматическое распознавание цели по видеоизображению;
 - алгоритмы сопровождения цели.
5. Прямое управление поворотной PTZ-камерой:
 - прогнозирование положения цели и позиционирование PTZ-камеры;
 - базовое сопровождение цели по данным радара.
6. Встроенный RTSP-сервер:

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/core-iq> (дата обращения: 01.03.2023).

² Там же.

— сервер формирует результирующий видеопоток, содержащий метаданные и элементы дополненной реальности.

7. Интеграция стороннего ПО.

Таким образом, на вход контроллера с искусственным интеллектом «Core-IQ» подаются видеопоток с камеры и радарные данные. В последующем поток с камеры декодируется и анализируется нейросетью контроллера «Core-IQ», а радарные данные проходят постобработку. Далее встроенный RTSP формирует результирующий видеопоток, содержащий метаданные и элементы дополненной реальности. Передаваемые в IP-сеть данные являются окончательным результатом и не требуют дополнительной обработки для восприятия оператором или передачи в стороннюю систему. Треки всех обнаруженных целей записываются в архив и могут синхронно воспроизводиться с видеопотоком.

Основные технические характеристики контроллера с искусственным интеллектом «Core-IQ» приведены в таблице 6.40¹.

Таблица 6.40

Основные технические характеристики контроллера с искусственным интеллектом «Core-IQ»

Характеристика	Значение
Исходящий видеопоток	FULL HD (1920×1080)
Входящий видеопоток	FULL HD (1920×1080)
Пыле / Влагозащита	IP 65
Питание	220 В
Мощность	150 Вт
Совместимость с PTZ-камерами	DV-EYE / ONVIF
Температура эксплуатации	от -40 до +60°C

Применение инновационных технических средств охраны периметра под управлением контроллера искусственного интеллекта, использующего нейросетевые алгоритмы, обеспечивает высокую надежность работы модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ».

Программное обеспечение «Radar-IQ Manager»²

Программное обеспечение «Radar-IQ Manager» предназначено для мониторинга наземной и воздушной обстановки в зоне ответственности модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ», а также для настройки элементов системы. Программное обеспечение значительно повышает ситуационную осведомленность оператора, так как обеспечивает автоматическое обнаружение цели, визуальную оценку угрозы и оценку эффективности принятых мер.

Мониторинг.

Для мониторинга местоположения целей на карте в режиме реального времени используется on-line картография с разными слоями, позволяющими гибко настраивать режим отображения информации. Примеры электронных карт с различными режимами отображения информации показаны на рисунке 6.147.

¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL:<https://radar-iq.ru/core-iq> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL:<https://radar-iq.ru/po> (дата обращения: 01.03.2023).

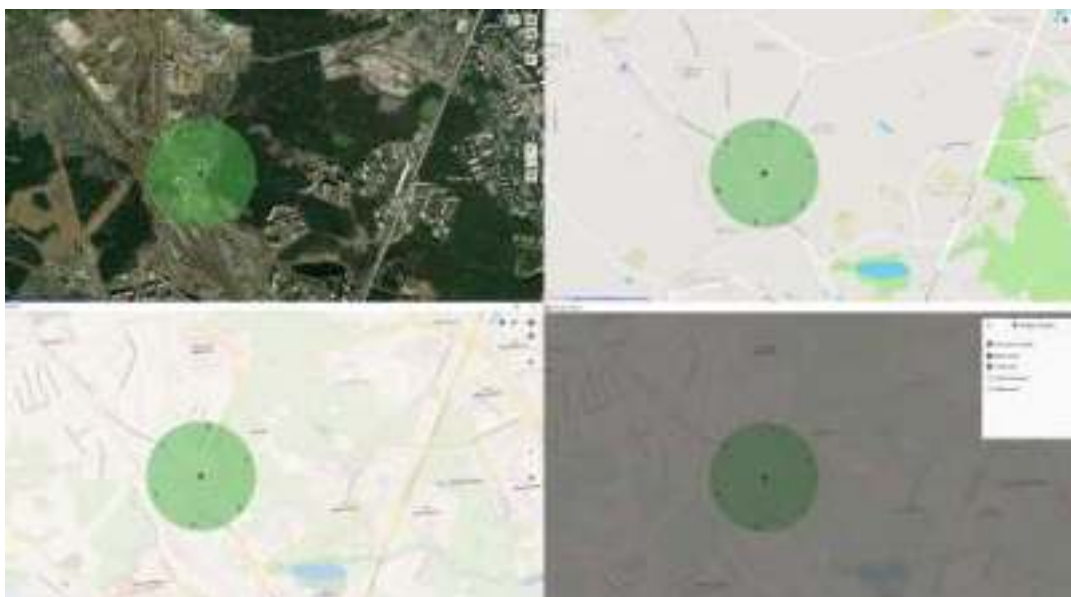


Рис. 6.147. Примеры электронных карт с различными режимами отображения информации

Еще одной задачей программного обеспечения «Radar-IQ Manager» в сфере мониторинга обстановки является обеспечение видеосопровождения объекта. Пример видеосопровождения дрона приведен на рисунке 6.148.



Рис. 6.148. Пример видеосопровождения дрона

Программное обеспечение «Radar-IQ Manager» дает гибкую адаптацию системы «Radar-IQ» к модели угроз любого объекта. Кроме того, программное обеспечение поддерживает настройку санитарных зон, зон отчуждения и иных зон, важных для обеспечения безопасности объекта. В сконфигурированных областях и зонах доступна фильтрация не опасных или разрешенных целей.

Настройка.

С помощью программного обеспечения «Radar-IQ Manager» пользователь способен настраивать радар, видеомодуль и контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ».

При настройке радарного сенсора указываются координаты местоположения комплекса, режим работы 360 или 120°, а также производится сканирование радиочастот для выбора самой чистой от помех частоты. Пример окна пользовательского интерфейса при настройке радара приведен на рисунке 6.149.



Рис. 6.149. Пример окна пользовательского интерфейса при настройке радара

Для настройки видеомодуля необходимо указать реквизиты для подключения в PTZ-камере и настроить ряд параметров, зависящих от места установки камеры: яркость и линию горизонта, а также тип радарного сенсора для обнаружения наземных или воздушных целей. Пример настройки видеомодуля показан на рисунке 6.150.



Рис. 6.150. Пример настройки видеомодуля

При настройке контроллера с искусственным интеллектом «Core-IQ» доступна опция выбора цели для видеосопровождения. Видеокамера может автоматически сопровождать цель, представляющую наибольшую угрозу, или цель, выбранную оператором.

Преимущества системы «Radar-IQ»

К основным преимуществам и технологическим решениям мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ», отличающим ее от других технических средств охраны периметра, можно отнести^{1,2,3}:

1. Готовность к использованию.

В состав системы «Radar-IQ» входят радарные детекторы DR-500 и GR-800, модуль визуального сопровождения DV-EYE и программного обеспечения Radar-IQ Manager. Контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ» объединяет все компоненты системы «Radar-IQ»

¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». URL: <https://radar-iq.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

в единую систему, гарантирующую оптическое подтверждение детектированной угрозы на основе анализа нейросетевыми алгоритмами видео и тепловизионного изображения.

Система «Radar-IQ» полностью готова к использованию после небольшой настройки. Радарное устройство и камера конструктивно сопряжены и откалиброваны в заводских условиях.

2. Открытый протокол.

Система «Radar-IQ» может использоваться в составе сторонних комплексов. Подобно обычной видеокамере система «Radar-IQ» легко интегрируется в глобальную систему безопасности, действующую на объекте.

3. Высокое качество защиты.

Благодаря использованию радарных детекторов DR-500 и GR-800 и модуля визуального сопровождения DV-EYE все угрозы детектируются и распознаются далеко за пределами виртуального периметра. Для системы «Radar-IQ» характерны сбалансированная зона детектирования, низкий процент ложных тревог и минимальное влияние осадков. Кроме того, в системе реализована возможность дополнительного контроля за зонами особого внимания на территории охраняемого объекта.

4. Полный обзор на 360° (угол зрения 360° по азимуту и 360° по углу места).

Взаимное расположение камеры DV-EYE и радарного детектора исключают образование «слепых» зон каждого из вышеперечисленных модулей. Радар DR-500 обеспечивает полный контроль верхней полусферы, а радар GR-800 — круговой обзор на 360°. Камера DV-EYE независимо от модели установленного радарного детектора обеспечивает видеосопровождение любой обнаруженной воздушной или наземной цели.

5. Встроенная радиолокационная аналитика.

Радарные детекторы DR-500 и GR-800 системы «Radar-IQ» оснащены встроенным DSP-процессором, который осуществляет интеллектуальную обработку отраженных эхо-сигналов и формирует данные о цели. Для построения траектории цели также используются оригинальные алгоритмы системы «Radar-IQ», адаптивные фильтры и траекторная аналитика.

6. Высокая скорость сканирования охраняемой территории.

Радарные детекторы DR-500 и GR-800 системы «Radar-IQ» построены на основе твердотельной технологии, которая позволяет сканировать пространство с частотой до 35 000 импульсов в секунду и обновлять информацию о положении цели 4 раза в секунду.

Данные возможности позволяют обнаружить новую цель в среднем за 2 с и одновременно отслеживать перемещение не менее 96 целей. Время обнаружения цели в 2 с необходимо для реализации оригинальной траекторной аналитики, которая позволяет отфильтровать «сложные» цели, например деревья и кустарники на ветру. Таким объектам присваивается класс «деревя», и их можно отключить для отображения на экране оператора.

7. Минимальное влияние осадков на обнаружение цели.

Рабочая частота радарных детекторов DR-500 и GR-800 в диапазоне 5,8 ГГц и оригинальные алгоритмы обработки радарных данных позволяют достичь уверенного обнаружения целей в таких сложных погодных условиях, как дождь, снег или туман.

8. Качественное изображение в ночное время.

Система «Radar-IQ» обеспечивает надежное подтверждение, распознавание и отслеживание цели по видеоизображению в условиях низкой освещенности. Для обеспечения качественного видеоизображения в ночное время модуль DV-EYE оснащается стандартным инфракрасным прожектором или инфракрасным прожектором большой дальности. Высокоэффективные инфракрасные прожекторы модуля DV-EYE построены на основе высококачественных светодиодов с низким энергопотреблением и длительным сроком службы.

Объединение камеры высокого разрешения с LED ИК-подсветкой обеспечивает качественный видеопоток для нейросетевой видеоаналитики, выполняющейся в модуле интеллектуального контроллера «Core-IQ». В свою очередь, видеоаналитика обеспечивает высокую ситуационную осведомленность оператора и гарантирует высокую эффективность решения по защите периметра «Radar-IQ» при любой освещенности.

9. Высокая плавность сопровождения объекта.

Специально разработанные алгоритмы управления камерой на основе радарных данных и нейросетевой обработки изображения.

10. Тепловая карта.

Возможность создания «тепловой карты», на которой в виде следов отображаются перемещения всех объектов, ранее появлявшихся в фокусе наблюдения, позволяет проследить весь путь нарушителя.

Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k»^{1,2,3,4}

Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k» предназначена для автоматического обнаружения и классификации целей и ситуаций с передачей оператору соответствующей информации в режиме реального времени. Автоматизированное рабочее место оператора системы «Orwell 2k» представлено на рисунке 6.151.



Рис. 6.151. Автоматизированное рабочее место оператора системы «Orwell 2k»

Применяемые в системе «Orwell 2k» алгоритмы компьютерного зрения являются разработкой компании «ЭЛВИС-НеоТек» — ведущего разработчика и производителя высокотехнологичных систем безопасности с применением технологий распознавания образов, компьютерного зрения, радиолокационного, видео и тепловизионного наблюдения. Алгоритмы компьютерного зрения, реализованные в системе «Orwell 2k», позволяют минимизировать ложные срабатывания и обнаруживать ситуации и цели в сложной помеховой обстановке. При необходимости, в системе «Orwell 2k» могут быть реализованы новые аналитические функции.

Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k» позволяет решить следующие задачи в рамках обнаружения целей и ситуаций^{5,6}:

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL:<https://www.elveesneotek.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL:<https://www.elveesneotek.ru/products/orwell-2k.php> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL:https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell_2k.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL:<https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/programmnie-reshenia/orwell-2k/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL:<https://www.elveesneotek.ru/products/orwell-2k.php> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL:https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell_2k.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

- классификация обнаруженных целей;
- обнаружение возгораний;
- обнаружение скопления людей;
- обнаружение перебрасываемых предметов;
- распознавание пересечения линии в заданном направлении;
- распознавание автомобильных номеров;
- обнаружение оставленных предметов;
- обнаружение заслона камеры посторонними предметами;
- подсчет обнаруженных целей;
- реализация функций видеоаналитики на поворотных камерах;
- панорамирование;
- возможность кастомизации.

Состав системы «Orwell 2k»

В состав интегрированной модульной платформы мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k» могут входить следующие составные элементы (рис. 6.152)¹:

- программное обеспечение «Orwell 2k»;
- тепловизионный локатор кругового обзора «Филин»;
- радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R»;
- радиолокационная система обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот»;
- система автоматического измерения температуры и контроля перемещения граждан «Рубеж-Т»;
- IP-камеры «VisorJet»;
- одноплатный компьютер для потоковой обработки видеоданных в режиме реального времени «VisorJet ОКТА»;
- блок управления и питания.



Рис. 6.152. Состав интегрированной модульной платформы мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k»

В системе «Orwell 2k» тепловизионный локатор кругового обзора «Филин», радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R», радиолокационная

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

система обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот» и IP-камеры «VisorJet» выступают в роли источников информации, функционирующих в различных диапазонах излучения. Благодаря мультипликации преимуществ радиолокационной станции, тепловизора и видеокамеры, работающих в радио, инфракрасном и видимом диапазонах, достигается максимальная точность распознавания цели.

IP-камеры «VisorJet» со встроенной видеоаналитикой были подробно рассмотрены в 4-й главе. Ниже будут рассмотрены тепловизионный локатор кругового обзора «Филин», радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R» и радиолокационная система обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот».

Программное обеспечение «Orwell 2k», одноплатный компьютер для потоковой обработки видеоданных в режиме реального времени «VisorJet ОКТА», а также блок управления и питания образуют базис системы «Orwell 2k», позволяющий в полной мере реализовать потенциал автоматической системы с мультиспектральным компьютерным зрением.

Функциональные особенности интегрированной модульной платформы мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k» следующие^{1, 2, 3}:

- автоматическое обнаружение, классификация и слежение за целями и ситуациями в реальном времени по изображению от видеокамер, тепловизоров, радаров;
- автоматическое наведение и сопровождение целей поворотными видеокамерами;
- формирование в режиме реального времени базы данных обнаруженных целей и ситуаций;
- отображение мнемоник движущихся целей и ситуаций на карте объекта;
- выдача аудиовизуального сигнала оператору в случае возникновения интересующей ситуации;
- самодиагностика работоспособности системы с выдачей тревожного сообщения при отказе ее элементов;
- минимум ложных срабатываний системы «Orwell 2k»;
- поиск в архиве по времени, классу цели, номеру/названию источника или группы источников сигнала, событию, комментарию оператора;
- контроль действий оператора системы для минимизации влияния человеческого фактора, например, сговора оператора с нарушителями;
- web-запрос для получения статистики.

Тепловизионный локатор кругового обзора «Филин»^{4, 5, 6}

Тепловизионный локатор «Филин» (рис. 6.153) — это автоматическая система, предназначенная для ведения круглосуточного непрерывного тепловизионного и видеонаблюдения в составе системы охраны территорий объектов и подступов к ним.

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/orwell-2k.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell_2k.pdf (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/programmnie-reshenia/orwell-2k/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/filin.php> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/filin.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/filin/> (дата обращения: 01.03.2023).



Рис. 6.153. Тепловизионный локатор кругового обзора «Филин»

Тепловизионный локатор кругового обзора «Филин» является элементом интегрированной модульной платформы мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k». Для постановки тепловизионного локатора кругового обзора «Филин» на дежурство оператор отмечает на электронной карте объекта зону охраны, а специализированное программное обеспечение автоматически вычисляет секторы обзора, в которых будет вестись наблюдение. Основными элементами комплекса «Филин» являются:

- тепловизор;
- видеокамера (опционально);
- поворотная платформа;
- сервер аналитики всепогодного исполнения (IP66);
- автоматизированное рабочее место оператора с предустановленным программным обеспечением.

К основным функциональным возможностям тепловизионного локатора «Филин» относятся^{1,2,3}:

- автоматическое обнаружение и классификация движущихся целей посредством тепловизионной аналитики;

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/filin.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/filin.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэксперт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/filin/> (дата обращения: 01.03.2023).

- отображение мнемоник движущихся целей и ситуаций на карте объекта;
- выдача аудиовизуального сигнала оператору в случае обнаружения цели;
- самодиагностика работоспособности системы с выдачей тревожного сообщения при отказе ее элементов;

- поиск в архиве по времени, классу цели, комментарию оператора, тревожной зоне;
- синхронный оптический зум для видео— и термокамер (опционально).

Для обработки тепловизионной и видеоинформации тепловизионный локаатор кругового обзора «Филин» использует инновационные алгоритмы компьютерного зрения системы «Orwell 2k». Тепловизионная аналитика или видеоаналитика позволяют тепловизионному локатору «Филин» автоматически обнаружить движущуюся цель, такую как человек, транспортное средство или надводное средство, определить местоположение цели путем его проекции на электронную карту местности и проинформировать оператора о появлении цели в масштабе реального времени.

Применение алгоритмов видеоаналитики позволяет обнаруживать цели на суше и воде в условиях сложной помеховой обстановки. Комплекс «Филин» способен обеспечить автоматическую идентификацию цели, в том числе в тумане, при наличии растительности, во время смены времени суток, при появлении насекомых в кадре, в условиях засветки автомобильными фарами, вибрации и т. д.

В интерфейс тепловизионного локатора кругового обзора «Филин» (рис. 6.154) интегрированы удобные инструменты для просмотра и отработки тревожных ситуаций.

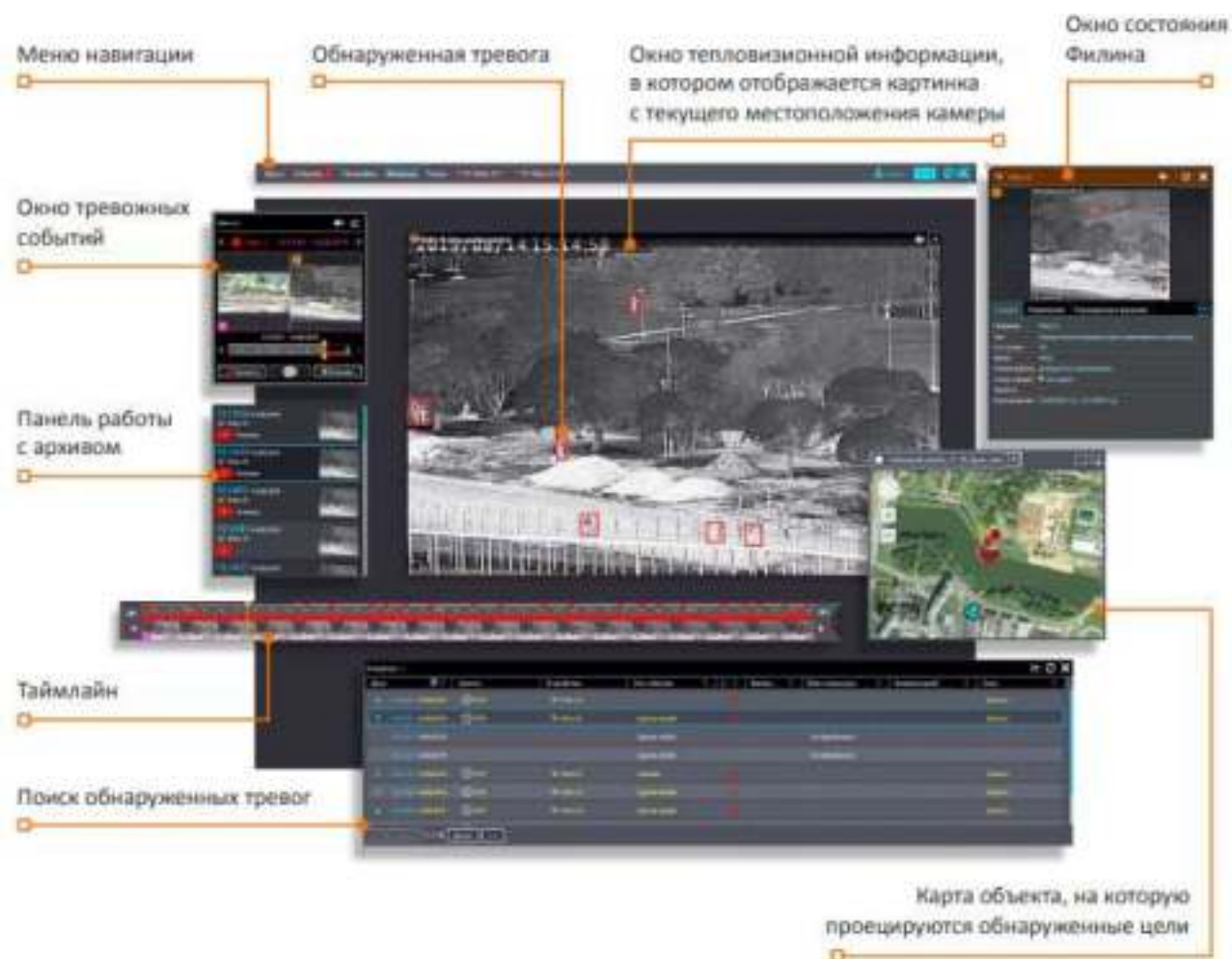


Рис. 6.154. Интерфейс тепловизионного локатора кругового обзора «Филин»

К основным инструментам интерфейса тепловизионного локатора кругового обзора «Филин» относятся^{1,2}:

- меню навигации;
- окно тепловизионной информации, в котором отображается картинка с текущего местоположения камеры;
- обнаруженная тревога (тревоги);
- окно состояния «Филина»;
- карта объекта, на которую проецируются обнаруженные цели;
- окно тревожных событий;
- панель работы с архивом;
- таймлайн;
- таблица для поиска обнаруженных тревог.

Модельный ряд тепловизионных локаторов кругового обзора «Филин» представлен в таблице 6.41^{3,4,5}.

Таблица 6.41

Модельный ряд тепловизионных локаторов кругового обзора «Филин»

Объект обнаружения	Модели тепловизионных локаторов кругового обзора «Филин» и их дальность обнаружения, м				
	Филин-400	Филин-1 000	Филин-1 500	Филин-2 000	Филин-2 500
В автоматическом режиме					
Человек	до 100	до 200	до 300	до 500	до 700
Транспортное средство	до 450	до 1 000	до 1 500	до 2 300	до 3 000
В ручном режиме					
Человек	до 400	до 1 000	до 1 500	до 2 100	до 2 450
Транспортное средство	до 800	до 2 250	до 3 900	до 4 800	до 6 000

Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R»^{6,7,8}.

Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R» (рис. 6.155) предназначена для круглосуточного всепогодного автоматического обнаружения, классификации и сопровождения движущихся наземных или надводных целей в пределах зоны обнаружения радиолокационной станции.

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/filin.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/filin.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/filin.php> (дата обращения: 01.03.2023).

⁴ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/filin.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁵ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/filin/> (дата обращения: 01.03.2023).

⁶ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php> (дата обращения: 01.03.2023).

⁷ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell-r.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

⁸ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/orwell-r/> (дата обращения: 01.03.2023).

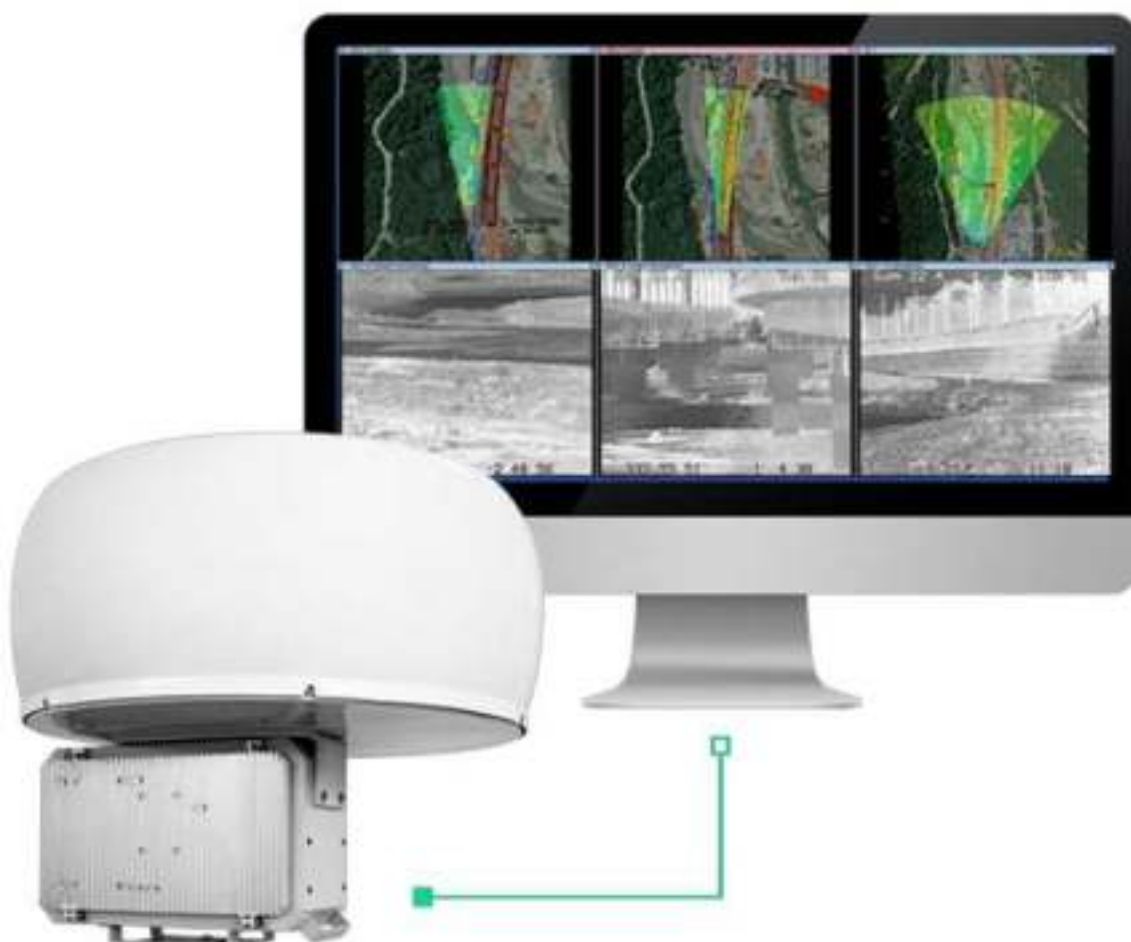


Рис. 6.155. Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R»

Цели, обнаруженные радиолокационной системой охраны периметра и территории объектов «Orwell-R», в последующем верифицируются оператором с помощью автоматически наведенных оптико-электронных средств наблюдения. Кроме того, в системе «Orwell-R» предусмотрена возможность настройки алгоритмов обнаружения для различных поверхностей и условий.

Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R» может применяться в качестве средства обнаружения на имеющих открытые площадки и подступы территориально распределенных объектах, таких как общепромышленные объекты, объекты нефтехимической промышленности, объекты гидро— и ветроэнергетики, объекты транспортной инфраструктуры и ядерно-опасные объекты.

Ключевыми компонентами радиолокационной системы охраны периметра и территории объектов «Orwell-R» являются радиолокационная станция (РЛС) «Orwell-R» и клиентское приложение «Orwell-R Monitor».

Радиолокационная станция «Orwell-R»

Радиолокационная станция серии «Orwell-R» (рис. 6.156) предназначена для ведения круглосуточного всепогодного радиолокационного наблюдения в произвольном секторе обзора, который может достигать 360°. РЛС «Orwell-R» является элементом интегрированной модульной платформы мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k».



Рис. 6.156. Радиолокационная станция «Orwell-R»

К достоинствам РЛС серии «Orwell-R» относятся низкая излучаемая мощность, круглосуточный всепогодный режим работы и возможность интеграции с другими системами и комплексами безопасности. Технические характеристики РЛС «Orwell-R» приведены в таблице 6.42^{1,2,3}.

Таблица 6.42

Технические характеристики РЛС «Orwell-R»

Параметр	Значение/Особенности
Тип РЛС	Твердотельная когерентная доплеровская
Сектор обзора	5–360°, круговой обзор
Дальность обнаружения	Человек до 1 600; наземные транспортные средства до 3 000; надводные транспортные средства до 3 000 м
«Мертвая» зона	от 40 м
Диапазон частот	16 600–17 300 МГц (Ku)
Ширина спектра сигнала	84 МГц
Средняя излучаемая мощность	75 мВт
Степень защиты корпуса	IP67
Масса с антенной и куполом	25 кг
Габаритные размеры с куполом, ДхШхВ	812х812х755 мм
Максимальная потребляемая мощность	560 ВА
Температурный диапазон	От — 50 до + 50°С (60)
Разрешения и сертификаты	ГКРЧ, ЕАС, СанЭЗ, ГОСТ Р, ПП1969
Дополнительное оборудование	Коммутационный модуль, модуль обработки данных, АРМ, модуль сопровождения целей

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell-r.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/orwell-r/> (дата обращения: 01.03.2023).

Клиентское приложение «Orwell-R Monitor»

Клиентское приложение «Orwell-R Monitor» имеет удобный информативный интерфейс. Обнаруженные цели отображаются в виде мнемоник на радиолокационной карте, совмещенной с топографической.

Примеры настройки параметров работы системы «Orwell-R» в клиентском приложении «Orwell-R Monitor» представлены на рисунках 6.157, 6.158.



Рис. 6.157. Интерфейс клиентского приложения «Orwell-R Monitor» при настройке параметров работы РЛС «Orwell-R»



Рис. 6.158. Интерфейс клиентского приложения «Orwell-R Monitor» при настройке параметров работы модуля сопровождения целей

В интегрированной системе безопасности информация от видеокамер и тепловизоров отображается в отдельном окне. При обнаружении движущихся целей поворотные камеры

автоматически наводятся на них, а оператор получает визуальный и звуковой сигналы при появлении цели в тревожной зоне. По каждой цели система выдает информацию о местоположении, маршруте, скорости, направлении движения.

Интерфейс клиентского приложения «Orwell-R Monitor» во время работы системы «Orwell-R» на боевом дежурстве представлен на рисунках 6.159, 6.160. На рисунке 6.159 показана совмещенная с топографической радиолокационная карта, на которой отображены цели. В отдельном окне виден видеопоток сопровождения цели от модуля сопровождения целей. На рисунке 6.160 представлен видеопоток и тепловизионная картинка от модуля сопровождения целей.



Рис. 6.159. Интерфейс клиентского приложения «Orwell-R Monitor» во время работы системы «Orwell-R» на боевом дежурстве



Рис. 6.160. Интерфейс клиентского приложения «Orwell-R Monitor» во время работы системы «Orwell-R» на боевом дежурстве

Также в клиентском приложении «Orwell-R Monitor» предусмотрена возможность аналитической работы с архивной информацией. Пример анализа архивной информации в клиентском приложении «Orwell-R Monitor» представлен на рисунке 6.161.



Рис. 6.161. Пример анализа архивной информации в клиентском приложении «Orwell-R Monitor»

В качестве модуля сопровождения целей, входящего в состав дополнительного оборудования РЛС «Orwell-R», может выступать тепловизионный локатор кругового обзора «Филин» с видеокамерой. В сочетании с тепловизионным локатором кругового обзора «Филин» радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R» представляет собой распределенный радиолокационно-оптический комплекс, основными преимуществами которого являются сетевая структура, единое информационное пространство, возможность интеграции с другими системами и комплексами безопасности, а также автоматическое управление поворотными телекамерами видимого и инфракрасного диапазонов.

Упрощенная структурная схема распределенного радиолокационно-оптического комплекса «Orwell-R» представлена на рисунке 6.162.

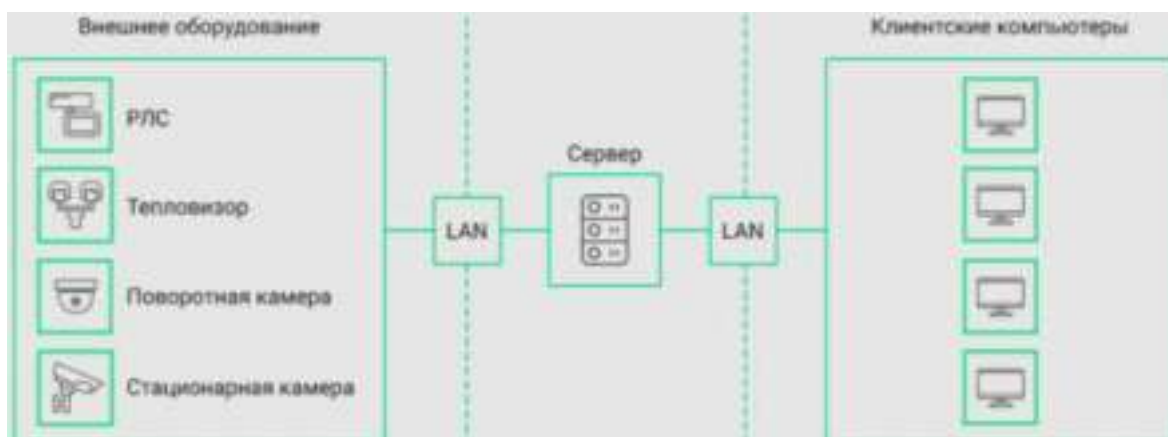


Рис. 6.162. Упрощенная структурная схема распределенного радиолокационно-оптического комплекса «Orwell-R»

Полная структурная схема распределенного радиолокационно-оптического комплекса «Orwell-R» представлена на рисунке 6.163. На схеме приняты следующие обозначения: 1. Сетевой кабель (LAN Cable), 2. Кабель питания радиолокационной станции (Radar Power Cable), 3. Кабель передачи данных радиолокационной станции (Radar Data Cable), 4. Кабель передачи данных модуля сопровождения цели (PTZ Camera Data Cable), 5. Кабель питания модуля сопровождения цели (PTZ Camera Power Cable).

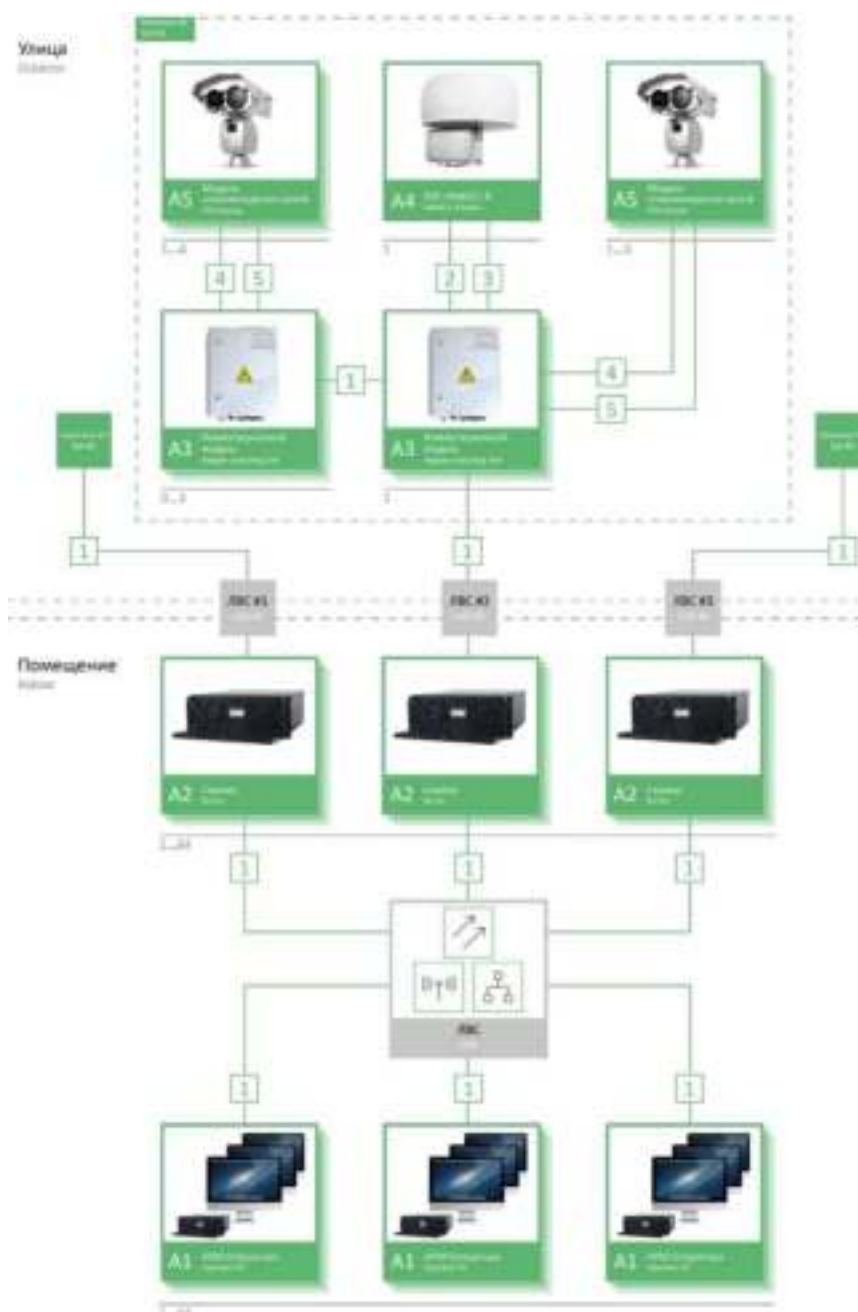


Рис. 6.163. Структурная схема комплекса «Orwell-R»

К основным функциональным характеристикам распределенного радиолокационно-оптического комплекса «Orwell-R» относятся^{1,2}:

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell-r.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

- автоматическое обнаружение целей и поочередное позиционирование на них оптико-электронных средств для верификации цели оператором: телекамер, тепловизоров, проекторов, гибридных поворотных систем;
- определение параметров обнаруженных целей: координаты, время, скорость, вектор движения и класс цели;
- автоматическое, полуавтоматическое и ручное сопровождение целей;
- архивирование радиолокационной и видеоинформации, работа с архивом видеоизображений, синхронизированным с архивом местоположения целей;
- одновременная работа на одном объекте нескольких РЛС и средств верификации, взаимодействующих в единой системе;
- локальная отстройка от помех различных подстилающих поверхностей;
- одновременное отображение на карте всех средств обнаружения и верификации объекта: РЛС, видеокамер, тепловизоров, периметровых и других датчиков с соответствующими зонами обнаружения и обзора;
- произвольные формы, размеры и количество тревожных зон;
- маскирование тревожных зон: ручное, по расписанию;
- единовременное изменение параметров работы системы по ранее настроенным пресетам;
- интеграция с другими системами через Onvif SDK.

Радиолокационная система обнаружения и сопровождения воздушных целей «Енот»^{1,2,3}

Радиолокационная система обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот» (рис. 6.164) разработана для автоматического обнаружения беспилотных летательных аппаратов малого класса, а также наземных и надводных целей, измерения координат обнаруженных целей и выдачи целеуказания оптико-электронным средствам и комплексам радиоэлектронного подавления.

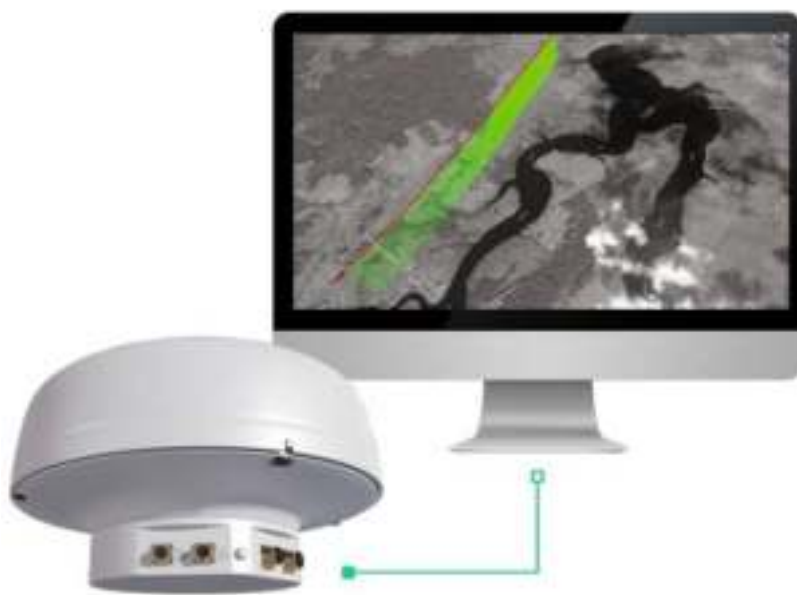


Рис. 6.164. Радиолокационная система обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот»

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/racoon.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/enot/> (дата обращения: 01.03.2023).

Радиолокационная система обнаружения и сопровождения воздушных целей «Енот» может применяться на объектах различного назначения для автоматической фиксации и нейтрализации неопознанных БПЛА в целях противодействия доставке запрещённых веществ и устройств на территорию объекта, фото— и видеосъёмке объектов, а также проведению терактов и провокаций техногенных катастроф на объекте.

Диапазон дальности обнаружения наземных, надводных и воздушных целей радиолокационной системой «Енот» представлен на рисунке 6.165.



Рис. 6.165. Диапазон дальности обнаружения наземных, надводных и воздушных целей радиолокационной системой «Енот»

В состав радиолокационной системы обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот» могут входить^{1,2}:

- радиолокационная станция (РЛС) «Енот»;
- мультиспектральная камера (например видео и тепловизионная) на поворотной платформе (опционально);
- направленная система радиоэлектронного подавления (опционально);
- переносной комплекс электромагнитного и оптико-электронного подавления (опционально);
- комплект специального программного обеспечения;
- комплект соединительных кабелей;
- источник электропитания.

Радиолокационная станция «Енот»

РЛС «Енот» является элементом интегрированной модульной платформы мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k». Основными преимуществами радиолокационной станции «Енот» являются:

- многолучевая приемная антенна;
- низкая излучаемая мощность;
- управление и передача данных по интерфейсу Gigabit Ethernet;
- обнаружение беспилотных летательных аппаратов любого класса;
- обеспечение целеуказания на основании измеренных координат цели (дальность, азимут, угол места, скорость) для поворотной телекамеры и устройства радиоэлектронного подавления;
- малые масса и габариты;
- возможность интеграции в сторонние программные комплексы;
- возможность настройки алгоритмов обнаружения для разных поверхностей.

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/racoon.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

Радиолокационная система обнаружения и сопровождения наземных, надводных и воздушных целей «Енот», в состав которой входит РЛС «Енот» с видеокамерой и системой радиоэлектронного подавления на поворотной платформе представлена на рисунке 6.166.



Рис. 6.166. РЛС «Енот» с видеокамерой и системой радиоэлектронного подавления на поворотной платформе

В представленной конфигурации, РЛС «Енот» способна обеспечить:

- автоматическое обнаружение малоразмерных летательных аппаратов (БПЛА малого класса);
- измерение координат обнаруженных целей (дальность, азимут, угол места, скорость);
- нейтрализацию БПЛА путем подавления (перехвата) каналов управления и (или) позиционирования БПЛА и его безопасного приземления.

Технические характеристики РЛС «Енот» представлены в таблице 6.43^{1,2,3}.

Таблица 6.43

Технические характеристики РЛС «Енот»

Характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот	От 9 200 до 9 500 МГц
Размер зоны обзора (азимут х угол места)	360х60°
Дальность обнаружения БПЛА малого класса с эффективной поверхностью рассеяния 0,01м ²	1 800 м
Дальность обнаружения человека или резиновой лодки с эффективной поверхностью рассеяния 0,5м ²	4 700 м
Дальность обнаружения автомобиля или катера с эффективной поверхностью рассеяния 5,0м ²	8 300 м

¹ Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php> (дата обращения: 01.03.2023).

² Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/racoon.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

³ Сайт АО «Рособоронэкспорт». URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/enot/> (дата обращения: 01.03.2023).

Характеристики	Значение
Ошибка измерения дальности	2,0 м
Ошибка измерения азимута	2,0°
Ошибка измерения угла места	5,0°
Ошибка измерения радиальной скорости	0,3 м/с
Время обновления информации о зоне обзора	2,0 с
Электропитание	24 В DC
Масса	14 кг
Габаритный размер (диаметр х высота)	645х310 мм
Рабочий диапазон температур	— 40...+ 50°C

В завершение данной главы следует отметить, что в составе мультиспектральных систем с компьютерным зрением могут использоваться мобильные носители технических средств наблюдения и разведки, например роботизированные комплексы, в том числе автономные, некоторые образцы которых были рассмотрены в главе 5.

Вопросы для самостоятельного контроля знаний:

1. Назовите правовые основы применения технических средств фиксации информации.
2. Приведите классификацию технических средств фиксации информации.
3. Какие технические средства относятся к техническим средствам оперативного наблюдения и разведки видимого диапазона?
4. Какие технические средства относятся к техническим средствам оперативного наблюдения и разведки инфракрасного диапазона?
5. Раскройте принцип действия прибора ночного видения.
6. Перечислите поколения приборов ночного видения и назовите их отличия.
7. Принцип действия тепловизора. Назовите основные отличия тепловизора от прибора ночного видения.
8. Приведите пример современного тепловизора и оцените его технические характеристики.
9. Что такое многоспектральный комплекс наблюдения и разведки? Приведите пример и проанализируйте его технические характеристики.
10. Раскройте ключевые особенности комплекса наблюдения с компьютерным зрением.

ГЛАВА 7 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

7.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В наше время в качестве переносчика информации чаще всего используется не человек, а электромагнитные волны. Но проблема защиты информации при этом не только не упростилась, но в значительной степени даже усложнилась. Радиопередачу может легко прослушать любой человек, находящийся в зоне приема сигнала и имеющий радиоприемную аппаратуру, настроенную на частоту передачи сигнала. Переговоры, ведущиеся по проводным линиям, также могут прослушиваться заинтересованными в том лицами при контактном или бесконтактном подключении соответствующей аппаратуры к линиям связи. Более того, аппаратура, используемая при приеме, передаче и обработке информации создает различные физические поля, которые могут быть использованы для несанкционированного доступа к защищаемой информации. При этом возникают условия для её утечки.

Под утечкой информации будем понимать случайный или преднамеренный несанкционированный доступ к ней лиц, не имеющих на это права. Возможность случайного или преднамеренного несанкционированного доступа чаще всего возникает при наличии каналов утечки. *Каналы утечки информации представляют собой объективно возникающие при различных формах её существования (представления) физические явления, которые создают условия для утечки этой информации.* Некоторые каналы утечки информации представлены на рис. 7.1–7.3.

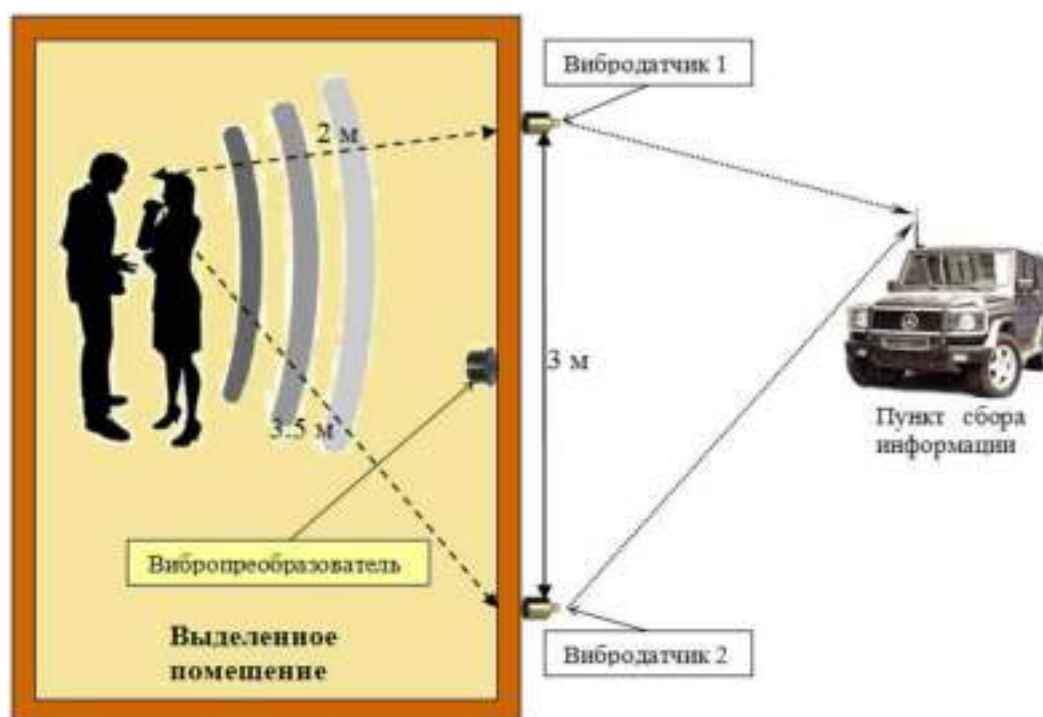


Рис. 7.1. Виброакустический канал утечки информации



Рис. 7.2. Каналы утечки информации при её обработке на компьютерах



Рис. 7.3. Каналы утечки информации по проводным линиям

В жизни современного общества информация приобретает всё более важное значение, поскольку обладание информацией, отвечающей определенным требованиям, позволяет в любой сфере деятельности принимать оптимальные или близкие к ним решения. Данное

положение в полной мере относится и к деятельности органов внутренних дел (ОВД). От информации, которую получают или добывают сотрудники органов внутренних дел, очень часто зависят судьбы людей, уровень преступности в малых и больших населенных пунктах и в целом в стране.

Информация, используемая полицией в своей деятельности, непосредственно затрагивает преступников, лиц, имеющих незаконные интересы в различных сферах общественной жизни и других нарушителей закона. Такие лица заинтересованы в доступе к сведениям, которыми располагают органы внутренних дел. Возможности для этого становятся всё более широкими, так как к традиционным способам несанкционированного доступа к информации постоянно добавляются новые, связанные с использованием специальных технических средств. Это обусловлено бурным развитием микроэлектроники, которая позволяет создавать миниатюрные камуфлированные или скрытно применяемые устройства, обеспечивающие получение необходимых сведений путем регистрации изменений различных физических полей, сопровождающих хранение или использование этих сведений. Таким образом, на современном этапе развития общества задачу защиты информации человек решает не только путем сокрытия её от чужих глаз и ушей, но и от специализированной техники (рис.7.4).

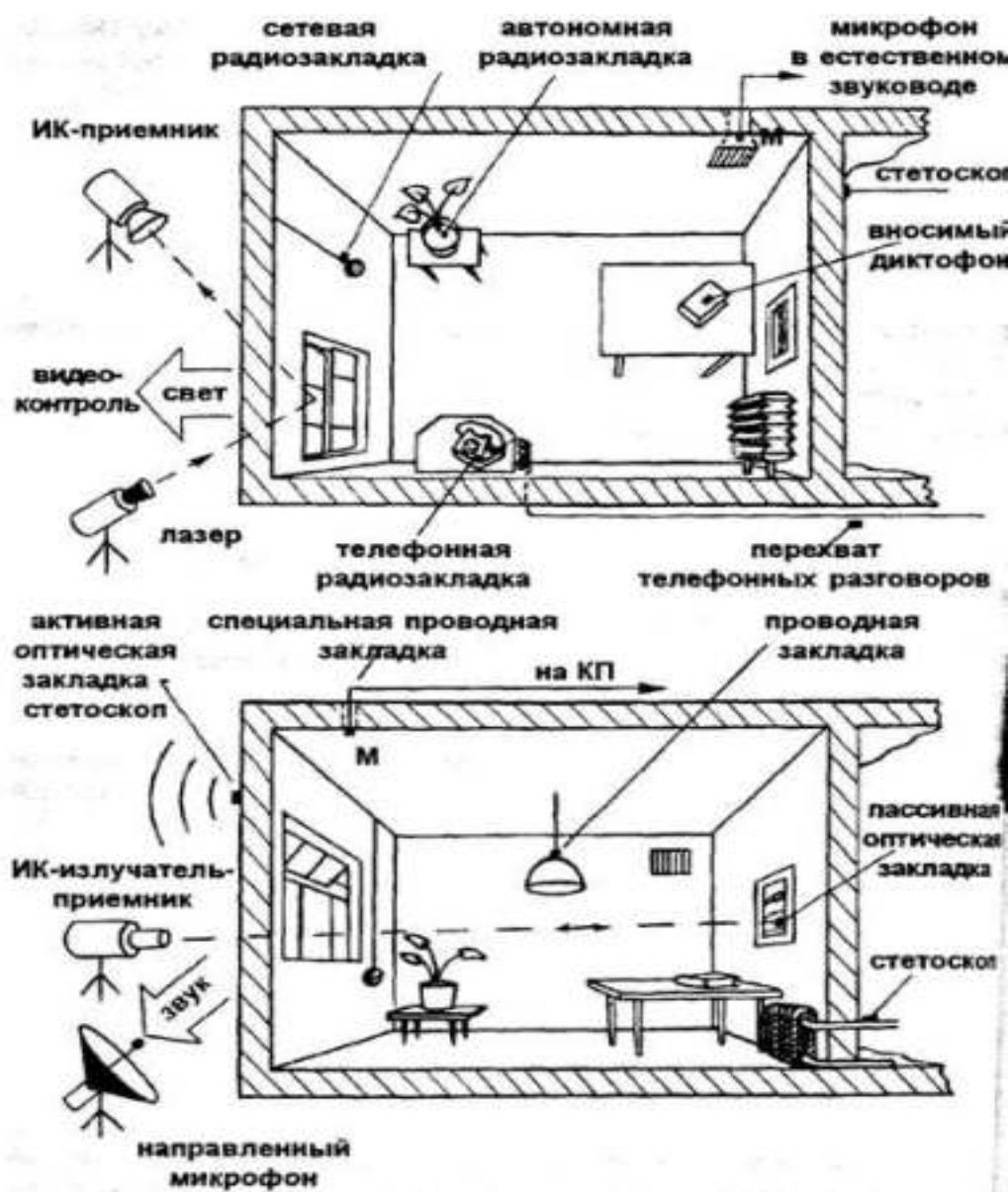


Рис. 7.4. Доступ к информации по каналам её утечки

Принципы правового регулирования отношений в сфере информации отражены в федеральном законе от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2021).

К важнейшим из них относятся:

- обеспечение безопасности Российской Федерации при создании информационных систем, их эксплуатации и защите содержащейся в них информации;
- достоверность информации и своевременность её предоставления.

Одним из принципов обеспечения безопасности в Российской Федерации является приоритет предупредительных мер в целях её достижения. Следовательно, информационные отношения должны строиться таким образом, чтобы они не наносили ущерб государству, обществу, организациям и отдельным гражданам. Необходимость предотвращения ущерба в процессе информационных отношений определяет потребность в защите информации как одной из предупредительных мер.

Источниками информации в общем случае могут быть любые объекты, обладающие набором свойств, позволяющих легально или несанкционированно получать определенные сведения об этих объектах заинтересованным в том лицам. К таким источникам можно отнести людей (должностных лиц), документы, измерительные датчики, средства обработки информации и т. д.

Человек может создать информацию в результате мыслительной деятельности, накопленного опыта, эксперимента, наблюдения и т. д.

Документированная информация (документы) относится к наиболее информативным источникам, поскольку содержит, как правило, обработанные достоверные сведения в сжатом виде. Под документом понимается информация, зафиксированная на материальном носителе и снабженная реквизитами, позволяющими ее идентифицировать.

К источникам информации также относятся датчики различных измерительных устройств, фиксирующие какие-либо параметры биологического объекта, технического средства, окружающей среды, явления, процесса и т. п. Источниками информации являются и средства обработки сведений, преобразующие определенный набор исходных данных в конечный результат. Перечень источников информации далеко не исчерпывается приведенными здесь примерами.

Перенос информации от источника или обладателя к получателю осуществляется в виде сообщений, преобразованных в сигналы различной физической природы, способные распространяться в какой-либо материальной среде.

Например, в проводной связи переносчиками информации являются электромагнитные волны, распространяющиеся вдоль металлических проводов, а при передаче сообщений голосом — акустические волны, распространяющиеся в воздушной среде.

Таким образом, между источником и получателем информации всегда существуют два «посредника»:

- сигналы — переносчики информации;
- материальная среда, в которой эти сигналы распространяются.

Эти «посредники» оказывают весьма существенное влияние на защиту информации от утечки и несанкционированного доступа.

Под доступом к информации понимается возможность её получения и использования. Информация, в зависимости от возможности доступа к ней, подразделяется на *общедоступную* и *информацию ограниченного доступа*.

К общедоступной информации относятся общеизвестные и иные сведения, доступ к которым не ограничен. Она может использоваться любыми лицами по их усмотрению при соблюдении установленных федеральными законами ограничений в отношении распространения такой информации. Общедоступная информация, распространяемая с использованием средств массовой информации, должна включать в себя достоверные сведения об обладателе или ином лице, распространяющем информацию, в форме и в объеме, достаточном для идентификации такого лица.

Доступ к определенным сведениям ограничивается в соответствии с федеральными законами, и тогда эти сведения называют «информацией ограниченного доступа».

Ограничение доступа к информации устанавливается в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности государства.

Информация, полученная органами внутренних дел с использованием технических средств, накапливается в информационных системах и передается по информационно-телекоммуникационной сети органов внутренних дел. Данная информация зачастую относится к государственной или служебной тайне и подлежит защите.

Определение информационной системы и информационно-телекоммуникационной сети дано в статье 2 федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»¹:

«Информационная система — совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств».

«Информационно-телекоммуникационная сеть — технологическая система, предназначенная для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники».

Нахождение в такой системе информации ограниченного доступа требует проведения мероприятий, обеспечивающих защиту этой информации. Примерная структура информационно-телекоммуникационной системы органов внутренних дел приведена на рисунке 7.5.

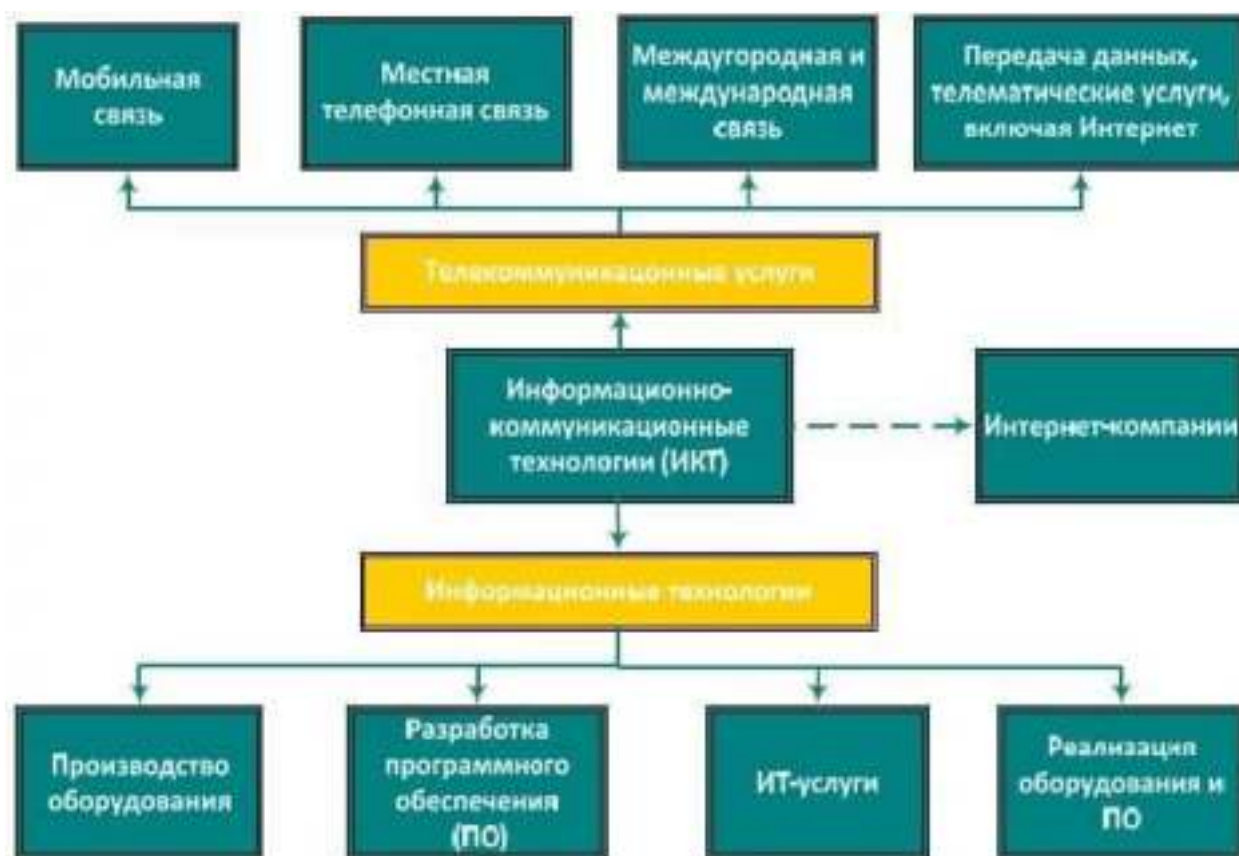


Рис. 7.5. Структура информационно-телекоммуникационной системы

Решение задач ограничения доступа к информации и её защиты законодательство возложило на обладателя информации, которым является лицо, самостоятельно создавшее

¹ Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

информацию, либо получившее на основании закона или договора право разрешать или ограничивать доступ к сведениям, определяемым по каким-либо признакам. Причём обладателем информации может быть гражданин (физическое лицо), юридическое лицо, Российская Федерация, субъект Российской Федерации, муниципальное образование.

Как гласит закон, обладатель информации обязан принимать меры по её защите. Кроме него обязанность защищать информацию возложена и на лицо, получившее доступ к ней. Это сделано через понятие конфиденциальности. **Под конфиденциальностью понимается обязанность лица, получившего доступ к сведениям, не передавать их третьим лицам без согласия обладателя.**

«Защитить» в русском языке означает оградить от посягательства, предохранить от каких-либо угроз. Следовательно, любая защищаемая информация должна быть ограждена от посягательства лиц, не имеющих права доступа к ней и её необходимо предохранять от других угроз. В федеральном законе от 27.07.2006 г № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» содержится определение понятия «защита информации»:

Защита информации представляет собой принятие правовых, организационных и технических мер, направленных:

- на соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа;
- на предотвращение неправомерного доступа к информации, ее уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также иных неправомерных действий в отношении такой информации;
- на реализацию права на доступ к информации.

В этом определении, по существу, содержатся требования к защите информации как процессу, направленному на ограждение её от различных угроз, которые могут привести к утрате, искажению или неправомерному использованию информации.

Таким образом, защита информации ограниченного доступа представляет собой сложный процесс, охватывающий:

- все стороны предотвращения утечки информации по любым каналам, которые могут существовать по объективным причинам или создаются преднамеренно для незаконного доступа к ней;
- вопросы исключения неправомерного использования сведений ограниченного доступа.

7.2. КАТЕГОРИИ ЗАЩИЩАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

Критерием необходимости защиты тех или иных сведений является законодательное ограничение доступа к ним. Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» устанавливает, что доступ ограничивается:

- «— к сведениям, отнесенным к государственной тайне;
- к сведениям, составляющим коммерческую, служебную тайны;
- к сведениям, которые являются профессиональной тайной;
- к персональным данным граждан (физических лиц)»¹.

Государственная тайна — защищаемые государством сведения в области военной, внешнеполитической, экономической, разведывательной, контрразведывательной и оперативно-розыскной деятельности, распространение которых может нанести ущерб безопасности Российской Федерации.

В органах внутренних дел к числу таких сведений относятся:

- сведения об используемых или использованных при проведении негласных оперативно-розыскных мероприятий силах, средствах, источниках, методах, планах и результатах оперативно-розыскной деятельности;

¹ Ст. 9 «Ограничение доступа к информации».

- сведения о лицах, внедренных в организованные преступные группы;
- сведения о штатных негласных сотрудниках органов, осуществляющих оперативно-розыскную деятельность, и о лицах, оказывающих им содействие на конфиденциальной основе;
- сведения об организации и о тактике проведения оперативно-розыскных мероприятий¹.

Перечень приведенных выше сведений, отнесенных к государственной тайне, перечислен в ст. 12 «Защита сведений об органах, осуществляющих оперативно-розыскную деятельность» федерального закона от 12.08.1995 г. № 144-ФЗ «Об оперативно-розыскной деятельности».

Ст. 5 «Перечень сведений, составляющих государственную тайну» закона РФ от 21.07.1993 г. № 5485-1 (ред. от 11.06.2021) «О государственной тайне» относит к государственной тайне и такую информацию:

- данные о финансировании оперативно-розыскной деятельности, если эти данные раскрывают сведения о силах, средствах, об источниках, о методах, планах и результатах оперативно-розыскной деятельности;
- о системе шифрованной, в том числе кодированной и засекреченной связи, о шифрах, о разработке, об изготовлении шифров и обеспечении ими, о методах и средствах анализа шифровальных средств и средств специальной защиты;
- о методах и средствах защиты секретной информации.

Указом Президента Российской Федерации от 30.11.1995 г. № 1203 (ред. от 25.03.2021) «Об утверждении Перечня сведений, отнесенных к государственной тайне» утвержден «Перечень сведений, отнесенных к государственной тайне». В этот Перечень включена следующая информация:

- сведения, раскрывающие планируемые и (или) проводимые мероприятия по защите информации от несанкционированного доступа, иностранных технических разведок и утечки по техническим каналам;
- сведения, раскрывающие принадлежность конкретных лиц к подразделениям по борьбе с организованной преступностью, а также проводимые ими оперативно-поисковые и оперативно-технические мероприятия;
- сведения, раскрывающие силы, средства и методы ведения следствия по уголовным делам о государственных преступлениях;
- сведения, раскрывающие распределение или использование полос радиочастот радиоэлектронными средствами специального назначения;
- сведения, раскрывающие организацию или функционирование всех видов связи.

Помимо перечисленных документов, сведения, отнесенные к государственной тайне, содержат и приказы МВД России.

Таким образом, информация, составляющая государственную тайну, в органах внутренних дел представлена достаточно длинным перечнем. Защита такой информации должна осуществляться в соответствии с законодательством Российской Федерации о государственной тайне.

Определение *коммерческой тайны* приведено в федеральном законе от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ (ред. от 09.03.2021) «О коммерческой тайне».

Информация, составляющая коммерческую тайну — сведения любого характера (производственные, технические, экономические, организационные и другие), в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, а также сведения о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, к которым у третьих лиц нет свободного доступа на законном основании и в отношении которых обладателем таких сведений введен режим коммерческой тайны. Защита такой информации возлагается на субъект, который ей обладает.

¹ Федеральный закон от 12.08.1995 № 144-ФЗ «Об оперативно-розыскной деятельности» (ред. от 01.07.2021).

К служебной тайне в органах внутренних дел относится служебная информация (сведения, полученные в процессе выполнения служебных обязанностей), не отнесённая к государственной тайне, но при распространении которой может быть нанесён ущерб государству. При этом подразумевается, что защищаются не только сведения, полученные при исполнении должности, но и другая информация, ставшая известной лицу при работе в конкретной структуре МВД.

Профессиональная тайна — информация, полученная гражданами (физическими лицами) при исполнении ими профессиональных обязанностей или организациями при осуществлении ими определенных видов деятельности (ст. 9 федерального закона от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»). К профессиональной тайне относятся *банковская, налоговая, врачебная, аудиторская тайна*, а также ряд других. Профессиональная тайна подлежит защите в случаях, если на перечисленные выше физические и юридические лица федеральными законами возложена обязанность по соблюдению конфиденциальности такой информации.

В федеральном законе от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О персональных данных» дано определение персональных данных:

Персональные данные — любая информация, относящаяся к определенному или определяемому на основании такой информации физическому лицу (субъекту персональных данных).

К персональным данным конкретного человека, например, могут относиться его фамилия, имя, отчество, год, месяц, дата и место рождения, семейное, социальное, имущественное положение, образование, профессия и другая информация.

Для оператора или другого лица, получившего доступ к персональным данным, является обязательным соблюдение требования не допускать распространения персональных данных без согласия субъекта этих персональных данных или наличия иного законного основания, т. е. соблюдать конфиденциальность персональных данных.

Рассмотренные категории информации ограниченного доступа имеют различную ценность (при утечке сведений разной категории масштаб последствий будет разным). Следовательно, требования к защите и организация защиты сведений разных категорий должны учитывать степень их ценности.

7.3. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЛАДАТЕЛЮ ИНФОРМАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЕЕ ЗАЩИТЫ

Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» содержит определение понятия «защита информации», которое приведено выше. Это определение, по существу, содержит программу действий по защите информации любых категорий.

Для информации ограниченного доступа законодательство установило обязательное требование — *соблюдение ее конфиденциальности*. Конфиденциальность информации заключается в том, что лицо, получившее доступ к определенным сведениям, обязано не передавать их третьим лицам без согласия обладателя этих сведений. Конфиденциальность достигается, с одной стороны, выполнением лицом, получившим доступ к защищаемой информации, установленных мер её защиты, а также исключением неправомерного использования этой информации. С другой стороны, обладатель информации обязан контролировать соблюдение мер её защиты всеми лицами, которые имеют к ней доступ, что в значительной мере способствует достижению конфиденциальности.

Предотвращение неправомерного доступа к информации призвано исключить ознакомление с ней различными способами тех лиц, которые не имеют на то право. Кроме того, в данном случае должны быть исключены какие-либо манипуляции с информацией. Проблема предотвращения неправомерного доступа к защищаемой информации заключается в том, что этот доступ может осуществляться без взламывания дверей, дистанционно, с использованием различных технических средств, снимающих информацию с так называемых каналов её утечки.

Исключение уничтожения защищаемых сведений — одно из важных требований к защите информации, поскольку необходимые сведения в органах внутренних дел накапливаются годами и десятилетиями и они во многом определяют эффективность работы этих органов. Возможность уничтожения возникает при непосредственном контакте злоумышленника с информацией или опосредованно (при дистанционном доступе к носителям, при пожаре в помещении с защищаемой информацией и т.д.). В информационных системах информация может быть утрачена и при различных нарушениях в работе оборудования систем, вызванных разными факторами, в том числе созданными преднамеренно. Проблема исключения уничтожения защищаемых сведений обострилась именно с появлением технических средств обработки информации.

Модифицирование, т. е. видоизменение защищаемой информации может привести к неправильному восприятию обстановки и принятию неверных или малоэффективных решений. По этой причине *предотвращение модифицирования информации* относится к основополагающим требованиям ее защиты. Модифицирование информации может происходить непреднамеренно вследствие человеческого фактора, искажения информации при обработке техническими средствами и в ряде других случаев. Особенно опасно преднамеренное модифицирование, которое имеет целью сознательное нанесение ущерба обладателю информации. Принятие решений на основе информации, искажающей реальное состояние дел, может иметь серьёзные негативные последствия. Проблемой при этом является возможность скрытой модификации определённых сведений в информационных системах.

Требование исключить блокирование информации означает, что с ней в установленные сроки должны быть ознакомлены те лица, для которых она предназначена. Результатом блокирования информации может быть непринятие своевременных и важных решений, что, в свою очередь, может повлечь тяжёлые последствия. Блокирование информации может осуществляться разными способами как на сторонах источника и получателя защищаемых сведений, так и на пути от источника к получателю.

Предотвращение копирования информации направлено на исключение несанкционированного ознакомления с ней физических или юридических лиц с целью неправомерного использования. В информационных системах решение этой задачи представляет определённую проблему. Проблема заключается в том, что в таких системах увеличивается количество источников, с которых может быть скопирована информация: это носители информации различного вида — бумажные, магнитные, оптические, электронные и т. д.

При защите должно быть исключено неконтролируемое *предоставление* информации (информация предоставляется определённому кругу лиц, а распространяется среди неопределённого круга лиц).

Предупреждение перечисленных выше неправомерных действий с информацией и возможного ущерба от них достигается выполнением определённых требований.

Федеральный закон от 27.07.2006 г № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» обязал обладателя информации организовать её защиту. При этом обладатель информации, защищая её, обязан обеспечить:

- предотвращение несанкционированного доступа к информации и (или) передачи её лицам, не имеющим права на доступ к ней;
- своевременное обнаружение факта несанкционированного доступа совокупностью заранее спланированных и реализованных мер;
- предупреждение возможности наступления неблагоприятных последствий вследствие нарушения порядка доступа к информации (обнаружение факта несанкционированного доступа приводит к реализации запланированных мер по минимизации возможного ущерба от его последствий);
- возможность незамедлительного восстановления информации, модифицированной или уничтоженной вследствие несанкционированного доступа к ней;

- недопущение воздействия на технические средства обработки информации, в результате которого нарушается их функционирование;
- постоянный контроль за обеспечением требуемого уровня защищенности информации.

Чтобы выполнить перечисленные требования, при организации защиты информации в органах внутренних дел необходимо соблюдать определённый порядок решения задачи:

- изучение законодательства и других документов для уяснения категорий защищаемой информации и требований, предъявляемых к защите информации каждой категории;
- постоянный анализ характера существующих и потенциальных угроз для защищаемой информации применительно к конкретным условиям функционирования органа и его подразделений;
- изучение способов и средств защиты информации, а также реализация тех из них, которые позволяют при приемлемых затратах финансовых и материальных средств нейтрализовать возможные угрозы для защищаемой информации;
- изучение и усвоение положений законодательных и иных актов, предусматривающих санкции за неправомерное обращение с информацией и невыполнение требований по ее защите.

Такой алгоритм работы любого лица, использующего в своей деятельности информацию ограниченного доступа, позволит целенаправленно заниматься вопросами её защиты от утечки. В частности, *чем полнее и объективнее будет осуществляться анализ факторов, воздействующих на информацию, тем адекватнее этим факторам будет система защиты информации.*

7.4. ХАРАКТЕР УГРОЗ ДЛЯ ЗАЩИЩАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

Угрозы для защищаемой информации — это множество факторов, которые могут оказать влияние на степень её защиты и создать условия для утечки.

Классификация факторов, воздействующих на безопасность защищаемой информации, приведена в ГОСТ Р 51275 — 2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения».

Поскольку каждый из приведённых в классификации факторов при реальном проявлении может привести к определённому ущербу для обладателя информации, снижая при этом уровень её защиты, то эти факторы являются потенциальными угрозами безопасности защищаемой информации.

Все возможные для безопасности защищаемой информации угрозы в ГОСТ Р 51275 — 2006 систематизированы по их источникам. В соответствии с этим признаком они делятся на внутренние — возникающие на объекте с защищаемой информацией и внешние — возникающие за пределами этого объекта. По природе возникновения часть угроз отнесена к субъективным, источником которых является человек, а часть — к объективным, проявляющимся помимо воли человека (в большинстве случаев их источником является природа). Потенциальные угрозы в соответствии с приведённой выше классификацией представлены в четырёх подклассах: объективные внутренние факторы, объективные внешние факторы, субъективные внутренние факторы и субъективные внешние факторы. Все они в той или иной мере оказывают влияние на безопасность защищаемой информации.

Классификация угроз для безопасности защищаемой информации приведена на рисунке 7.6.

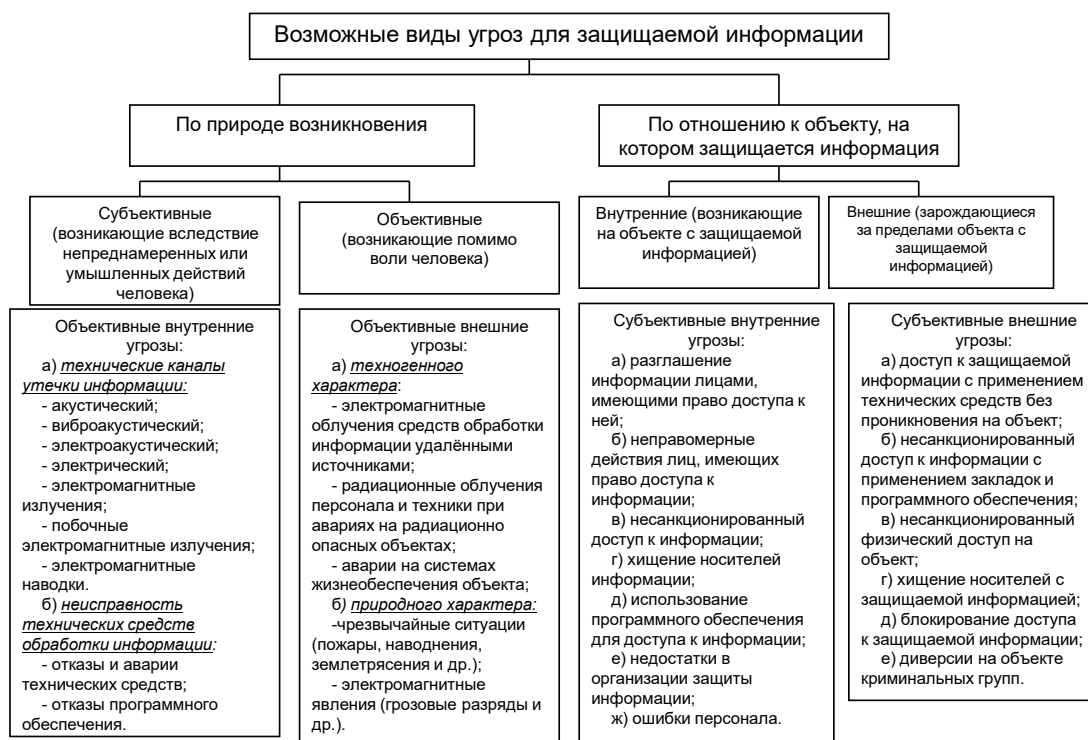


Рис. 7.6. Классификация угроз для защищаемой информации

Одним из основных и наиболее опасных проявлений объективных внутренних факторов являются технические каналы утечки защищаемой информации.

Под техническими каналами утечки информации будем понимать объективно возникающие при различных формах её существования физические явления, которые могут быть использованы для несанкционированного доступа к ней, в том числе с использованием специальных технических средств.

Наиболее распространённые и часто используемые для незаконного доступа к информации каналы утечки представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Технические каналы утечки информации

Технические каналы утечки информации				
Возникающие при передаче защищаемой информации по линиям связи	Сопутствующие работе технических средств обработки и передачи защищаемой информации (ТС ОПИ)	Возникающие при озвучивании защищаемой информации	Возникающие при представлении защищаемой информации в текстовом, графическом виде и в виде изображений	Возникающие при хранении информации на материальных носителях
Электрический, электромагнитный, индукционный	Акустический, электрический, электромагнитный	Акустический, виброакустический, акустооптический, акустоэлектрический, акустоэлектромагнитный	Оптический	Копирование, хищение

Электрический канал утечки информации возникает там, где защищаемая информация существует в форме электрических сигналов. Такими объектами являются абонентские линии, соединяющие абонентскую аппаратуру с другими элементами сетей связи, другие проводные линии, в которых присутствуют электрические сигналы, переносящие информацию. Утечка информации может произойти при контактном или бесконтактном подключении к этим линиям аппаратуры прослушивания или фиксации соответствующих сведений.

При передаче и обработке информации техническими средствами, изменяющиеся по величине электрические токи создают в окружающем технику пространстве так называемые побочные и паразитные электромагнитные излучения (ПЭМИ), которые не могут контролироваться человеком, поскольку они объективно присущи такой технике. Эти излучения (электромагнитные волны), отражая содержание обрабатываемой информации, могут переносить её за пределы помещения на определённое расстояние. Применяя специальную аппаратуру, можно получить доступ к информации по данному **электромагнитному каналу**. Электромагнитный канал существует и при работе радиосредств, поскольку передаваемую информацию может принимать любой человек с радиоаппаратурой, находящийся в зоне приёма электромагнитных волн. Предотвратить это невозможно.

Индукционный канал утечки информации может возникнуть там, где имеются близкорасположенные проводники электрического тока с параллельным пробегом в несколько метров. При передаче по одному из них защищаемой информации в форме изменяющегося электрического тока, во втором наводится точно такой же ток, отображающий передаваемую информацию. Если второй проводник выходит за пределы помещения и не контролируется, то он может быть использован для доступа к защищаемой информации.

Акустический канал возникает вследствие неконтролируемого распространения акустических волн по всем направлениям. При этом различные звуки (в том числе речь), через открытые форточки, окна, двери, вентиляционные каналы и щели в ограждающих помещении строительных конструкциях распространяются на определённое расстояние за пределы этих конструкций, создавая условия для непреднамеренного или умышленного прослушивания обсуждаемой (передаваемой, воспроизводимой) в помещении информации с использованием слухового аппарата человека или специальных технических средств фиксации и воспроизведения звуковой информации. Акустический канал утечки имеет место и при работе технических средств обработки документированной информации. Кроме того, воздействие акустических волн на строительные конструкции помещения приводит к вибрации этих конструкций, характер которой отображает речь — источник волн. Таким образом возникает **виброакустический канал** утечки речевой информации. Акустические волны вызывают и микроскопические колебания стёкол окон. Эти колебания также однозначно отображают вызвавшую их речь, создавая **акустооптический канал**, дающий возможность доступа к речевой информации с использованием специальной аппаратуры, работающей в оптическом диапазоне электромагнитных волн.

Если помещение оборудовано громкоговорящей связью, то акустические волны воздействуют на диффузоры громкоговорителей, вызывая их перемещение. Перемещение диффузоров в такт с акустическими колебаниями приводит к появлению в проводной линии громкоговорящей связи электрических сигналов, по форме соответствующих речевому общению. Если проводная линия выходит за пределы помещения и не контролируется, то возникает **акустоэлектрический канал** утечки информации. Такой же канал утечки информации может возникнуть при наличии в помещении других вспомогательных средств и систем, если они имеют элементы, обладающие «микрофонным эффектом» (как в громкоговорителях) и их проводные линии выходят за пределы помещения.

Ещё один канал утечки речевой и другой звуковой информации возникает при работе в помещении технических средств обработки информации. Протекающие в таких средствах изменяющиеся электрические токи создают в пространстве, окружающем технику, ПЭМИ. При наличии в технических средствах (устройствах) обработки и передачи информации (ТС ОПИ) элементов, обладающих «микрофонным эффектом», ПЭМИ могут переносить речевую информацию на расстояния в десятки метров, образуя **параметрический (акусто-электромагнитный) канал** утечки защищаемых сведений.

Если защищаемая информация представлена в текстовом, графическом виде, в виде неподвижных или подвижных изображений, то в некоторых случаях к ней возможен несанкционированный доступ по **оптическому каналу** невооружённым глазом или с использованием рассмотренных в главе 6 технических средств наблюдения и фиксации визуальной информации.

Технические средства и их применение для негласного доступа к информации по некоторым из рассмотренных каналов также раскрыты в материалах главы 6.

На практике не все виды угроз имеют место на конкретном объекте в конкретной обстановке. Поэтому важен постоянный анализ возможных угроз для защищаемой информации в тех условиях, в которых функционирует объект.

ГОСТ Р 51275 — 2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения» к **субъективным внутренним и внешним факторам**, воздействующим на безопасность защищаемой информации, относит несанкционированный доступ к ней путём использования закладочных средств (устройств).

Закладочное устройство (закладка) — техническое средство приёма, передачи и обработки информации, преднамеренно устанавливаемое на объекте информатизации или в контролируемой зоне в целях перехвата информации или несанкционированного воздействия на информацию и (или) ресурсы автоматизированной информационной системы.

Использование закладочных устройств представляет собой одну из наиболее опасных угроз, так как при отсутствии мер нейтрализации закладок практически любая защищаемая информация может стать достоянием лиц, внедривших закладку на объекте. Наиболее информативными являются закладки, передающие на приёмные устройства визуальную и звуковую информацию из помещений, где обсуждаются защищаемые сведения.

7.5. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Создать эффективно работающую систему защиты информации невозможно без наличия детально проработанного комплекса правовых мер. **Правовые меры** включают разработку законодательных и нормативных правовых документов, регулирующих отношения субъектов в области защиты информации, применение этих документов, а также надзор и контроль за их исполнением.

При этом вся деятельность по правовому обеспечению защиты информации строится на основе трех фундаментальных положений права: соблюдения законности, обеспечения баланса интересов отдельных субъектов и государства, неотвратимости наказания.

Основные **правовые меры защиты информации** ограниченного доступа установлены несколькими основными законодательными актами.

В **федеральном законе от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ** (ред. от 02.07.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» введены такие понятия, как «информация», «информационные технологии», «обладатель информации», определен порядок доступа и ограничения доступа к информации, конфиденциальность информации, предоставление и распространение информации, описаны принципы правового регулирования отношений в сфере информации, информационных технологий и защиты информации, а также установлена ответственность за правонарушения в этой сфере.

В **законе РФ от 21.07.1993 г. № 5485-1** (ред. от 11.06.2021) «О государственной тайне» определены понятия государственной тайны, системы защиты государственной тайны, средств защиты информации, приведён перечень сведений, составляющих государственную тайну в различных областях деятельности.

В части 8 статьи 5 **федерального закона от 12.08.1995 г. № 144-ФЗ** (ред. от 01.07.2021) «Об оперативно-розыскной деятельности» установлено, что «органам, осуществляющим оперативно-розыскную деятельность, запрещается разглашать сведения, которые затрагивают неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну, честь и доброе имя граждан и которые стали известными в процессе проведения оперативно-розыскных мероприятий, без согласия граждан, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами».

В федеральном законе от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ «О коммерческой тайне» дано определение коммерческой тайны, установлено право относить определённые сведения к этой тайне, приведены возможные меры по защите этой информации.

В Уголовном кодексе Российской Федерации установлены меры уголовной ответственности за совершение различных преступлений, связанных с вопросами защиты информации. Такие меры предусмотрены, например, статьями 138 «Нарушение тайны переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных или иных сообщений», 140 «Отказ в предоставлении гражданину информации», 183 «Незаконное получение и распространение сведений, составляющих коммерческую, налоговую или банковскую тайну», 237 «Сокрытие информации об обстоятельствах, создающих опасность для жизни или здоровья людей», 272 «Неправомерный доступ к компьютерной информации», 283 «Разглашение государственной тайны», 284 «Утрата документов, содержащих государственную тайну», 310 «Разглашение данных предварительного расследования».

Правовые меры разрабатываются и реализуются в процессе нормотворческой, правоохранительной и правоприменительной деятельности. Должностные лица, допущенные к работе с информацией ограниченного доступа, должны их знать.

Организационные меры защиты информации — меры организационного характера, предусматривающие регламентацию функционирования информационных систем, работы персонала, взаимодействия пользователей с системами.

Они включают:

- плановые и оперативные ограничения на работу техники обработки и передачи информации в ситуациях, когда может произойти утечка этой информации;
- соответствующее оборудование помещений, в которых хранится, обрабатывается, принимается и передается информация (звукоизоляция и др.);
- создание контролируемых зон;
- ограничение допуска к определенным видам деятельности, в определенные помещения, к определенному виду документов, к аппаратуре приёма, передачи и обработки защищаемой информации и т. д.;
- подбор персонала для работы с информацией ограниченного доступа;
- распределение обязанностей и полномочий между должностными лицами по защите информации ограниченного доступа;
- организация постоянного анализа существующих и потенциальных угроз с целью реализации упреждающих мер защиты информации;
- организация контроля за выполнением установленных мер защиты информации и текущим уровнем защиты и т. д.

Решающее значение при реализации организационных мер имеет подбор и расстановка персонала для работы с информацией ограниченного доступа. Кандидаты на такую работу должны обязательно проходить обучение на рабочем месте практическим действиям, направленным на предотвращение утечки информации.

Систематический контроль за выполнением всех установленных мер защиты информации играет важнейшую профилактическую роль. Важность этого положения можно проиллюстрировать следующим примером. Специалист засекреченной связи американского военно-морского флота Джон Уокер был завербован советской разведкой и длительное время сотрудничал с ней. Снимая копии с совершенно секретных документов, он до передачи советской стороне хранил их на своем рабочем месте. И за многие годы ни один из начальников Джона Уокера не удосужился проверить рабочее место своего подчиненного.

7.6. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Технические меры защиты информации представляют собой организацию использования разнообразных технических средств в интересах предотвращения утечки защищаемой информации. Классификация технических мер защиты информации приведена в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Классификация технических мер защиты информации

Технические меры защиты информации					
Меры инженерно-физической защиты информации	Меры скрытия информации во всех формах её существования				Меры нейтрализации угроз для защищаемой информации
Создание инженерных систем, ограждающих объект с защищаемой информацией	Скрытие материального носителя с зафиксированной на нём информацией	Скрытие информации, зафиксированной на материальном носителе	Скрытие содержания информации, зафиксированной на материальном носителе	Скрытие сигналов, переносящих информацию в различных средах	Поиск и нейтрализация закладочных устройств

Физическая защита информации — защита информации путем реализации организационных мероприятий и применения совокупности средств, создающих препятствия на пути проникновения (доступа) лиц к объекту преступного посягательства (рис. 7.7). В США первый компьютерный центр обработки информации ограниченного доступа был размещён в здании старой тюрьмы.



Рис. 7.7. Принцип предотвращения доступа на объект с использованием комплекса средств

Цель создания препятствий — увеличить время, которое тратится на преодоление преград на пути к защищаемому объекту в интересах обнаружения правонарушителя техническими средствами охраны и нейтрализации его. В качестве препятствий чаще всего создаются основные заграждения.

Основное заграждение представляет собой пассивное инженерно-техническое сооружение, препятствующее проникновению на охраняемую территорию. Оно предназначено:

— для создания условий, при которых любое лицо при проникновении на охраняемый объект тратит на это времени не меньше, чем его необходимо для нейтрализации этого лица силами охраны;

— для маскировки объекта, при которой наблюдение за ним невозможно или затруднено.

В составе системы физической защиты объекта основное заграждение, как правило, часто является единственной преградой на пути нарушителя. И от того, насколько рацио-

нально оно построено, зависит его эффективность. Конструкция заграждения определяется решаемыми им задачами и может иметь вид, представленный на рис. 7.8, 7.9 и 7.10.



Рис. 7.8. Сетчатое заграждение



Рис. 7.9. Заграждение со сплошным полотном

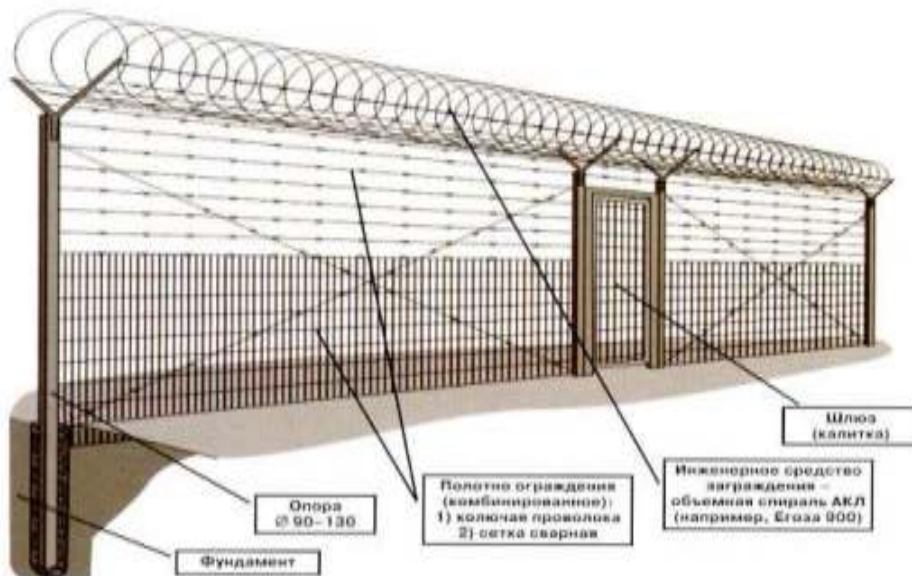


Рис. 7.10. Заграждение с комбинированным полотном

Одними из наиболее эффективных средств физической защиты являются заграждения с функцией электрошоковых устройств. На рис. 7.11 представлено основное заграждение с защитным электрошоковым устройством «МОЛНИЯ-К.212» (ЗЭШУ).

Это устройство обеспечивает:

- Выработку импульсов высокого напряжения на электризуемом заграждении охраняемого участка периметра.
- Подачу предупредительных сигналов речевого и светового оповещения в течение всего времени наличия высокого напряжения на охраняемом участке электризуемого заграждения.
- Интеграцию с системой охранной сигнализации на участке охраны периметра:
- включение высокого напряжения по сигналу «Тревога» от приёмно-контрольного прибора системы охранной сигнализации;
- передачу на приёмно-контрольный прибор сигнала «Тревога» при включении высокого напряжения;
- обнаружение попыток нейтрализации высокого напряжения на электризуемом заграждении.



Рис. 7.11. Защитное ЭШУ «Молния»

Такой инженерный барьер с функцией нелетального электрошокового воздействия оказывает физическое и морально-психологическое воздействие на нарушителя. При попытке пре-

одоления этого заграждения на человека в течение 3 с воздействуют 30 импульсов электрического тока с амплитудой напряжения 47 кВ, затем создаётся пауза длительностью в 1 с и снова начинается воздействие высоковольтных импульсов. Результатом воздействия является болевой шок, возникающий при спазме мышц, находящихся под высоким напряжением.

Таким образом, физические барьеры позволяют решить ряд задач защиты информации. Эффективность защиты растёт при применении совместно с физическими барьерами различных технических средств охраны, позволяющих обнаруживать попытки несанкционированного доступа на охраняемую территорию (телевизионные системы, системы сигнализации).

Меры скрытия информации во всех формах её существования

Для скрытия материального носителя с имеющейся на нём информацией использовали разные способы. Один из них предполагает наличие или создание преграды для светового потока между зафиксированной информацией и глазом человека. Ещё в средние века практиковали использование квасцов для скрытия информации на сваренном вкрутую яйце. На скорлупе яйца квасцами писали текст. Квасцы проникали через скорлупу, не оставляя следов. Но текст отчётливо был виден на плотном яичном белке. Получатель информации, разбив скорлупу, получал доступ к тексту.

Одной из мер скрытия информации является скрытие материального носителя с зафиксированными на нём сведениями. Эта мера имеет целью исключить обнаружение и идентификацию носителя, на котором зафиксированы защищаемые сведения, лицом, не имеющим права доступа к ним. В некоторых случаях полученную из разных источников и зафиксированную на материальных носителях информацию приходится скрытно хранить и доставлять получателю различными способами. Одним из таких способов является использование так называемых контейнеров. Контейнер представляет собой не привлекающий внимания предмет, в который можно поместить микроплёнки с репродукционными снимками документов, шифровальный блокнот и другие носители с зафиксированной на них информацией. В качестве контейнеров часто использовались пустотелые монеты и болты (рис. 7.12).



Рис. 7.12. Монета и болт — контейнеры для материальных носителей информации

Одна из «монет» была заложена в Нью-Йорке в тайник и предназначалась для Р. Хейханена — помощника известного советского разведчика полковника Р. Абеля. Р. Хейханен извлек её из тайника, но, по небрежности, расплатился ею за какие-то услуги. Через семь месяцев «монета» эффектно «продемонстрировала» своё содержимое. Выскользнув из рук продавца газет, она упала на тротуар и раскрылась. В ней оказался миниатюрный листок, испи-

санный цифрами, объединёнными в группы. «Монета» была передана Федеральному бюро расследований (ФБР) США, которое открыло дело «Полый никель». Расследование по делу безрезультатно длилось 4 года, так как специалистам не удавалось расшифровать сообщение, находившееся в контейнере.

Р. Хейханен оказался перебежчиком и предателем. Находясь в руках ФБР, он раскрыл секрет процесса расшифровки сообщения из «монеты», «сдал» Р. Абеля и выдал американцам все сведения, которыми владел как разведчик.

Контейнеры изготавливались и в виде других предметов, более объёмных и вмещающих большое количество бумажных и других носителей информации. Например, находила применение форма камня. Хранение или транспортировка в таких контейнерах зафиксированной на носителях информации в определённой степени обеспечивает её защиту от несанкционированного доступа.

Скрытие материального носителя с зафиксированной на нём информацией возможно совместной реализацией организационных и технических мер. Этими мерами устанавливается многоступенчатая система доступа к носителям информации с идентификацией права на доступ на каждой ступени. Например, на первой ступени идентификаторы пользователя должны подтверждать право доступа в помещение, где хранятся (используются) носители информации; на второй ступени подтверждается право доступа к определённому носителю. В случае использования систем ограничения доступа, для повышения достоверности идентификации лиц на каждой ступени возможно использование нескольких идентификаторов (биометрических и искусственных).

Скрытие информации на материальном носителе, скрытие содержания информации, зафиксированной на материальном носителе и скрытие сигналов, переносящих информацию, осуществляются способами стеганографии и криптографии. Основной целью криптографии является разработка инструментов для обеспечения конфиденциальности информации, в частности криптографических алгоритмов. К современным криптографическим алгоритмам, предназначенным для шифрования данных, относятся, как правило, криптографические алгоритмы с симметричным ключом, с открытым ключом и хэш-функции. Сложность расшифровки информации зависит от вычислительной сложности используемых криптографических алгоритмов. В отличие от криптографии, стеганография скрывает прежде всего сам факт наличия информации.

Вопросы для самостоятельного контроля знаний:

1. Дайте определение информационной системы и перечислите основные направления обеспечения безопасности этих систем.
2. Сформулируйте понятие «технический канал утечки информации» и приведите обоснование особой опасности этих каналов с точки зрения защиты информации от несанкционированного доступа.
3. Назовите известные вам технические каналы утечки информации и причины их возникновения.
4. Дайте определение закладного устройства, назовите его составные части и характер использования.
5. Назовите технические средства защиты информации от утечки по акустическому, виброакустическому каналам и раскройте принцип их функционирования.
6. Назовите технические средства защиты информации от утечки по электрическому, электромагнитному каналам и раскройте принцип их функционирования.
7. Утечка какой информации может произойти по оптическому каналу?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение уровня подготовки сотрудников органов внутренних дел в различных вопросах практического применения и использования специальных технических средств является одной из важнейших задач современного образования в системе МВД России. Сотрудники полиции в современных условиях должны не только знать виды и характеристики основных современных образцов специальной техники, но и грамотно уметь их применять в различных условиях оперативно-служебной деятельности.

Развитие робототехники, бурный прогресс в области беспилотных летательных аппаратов, общедоступность телекоммуникационных услуг и сложных технических устройств двойного назначения способствовали значительному росту технической оснащенности и, как следствие, расширению возможностей преступников, в том числе, в киберпространстве. Успешная борьба с преступностью требует сегодня от сотрудника органов внутренних дел не только твердых знаний в области специальной техники, но и глубокого понимания принципов работы конкретных образцов технических устройств, без которого невозможно творческое применение техники. Неудовлетворительное знание специальной техники не позволит выполнить сотруднику задачи, стоящие перед органами внутренних дел.

Недостаточные знания в области специальной техники органов внутренних дел могут подвергнуть угрозе жизнь сотрудника и боевых товарищей. Неграмотный сотрудник, даже самый мужественный и отважный, сознательно ставит себя в уязвимое положение, так как пренебрегает теми возможностями, которые предлагает специальная техника, принятая на вооружение органов внутренних дел. Сотрудник, который, например, не знает принцип работы тепловизора и его отличия от прибора ночного видения, может посчитать надежным укрытием листву ночного леса, тем самым вручая свою судьбу в руки снайпера противника, винтовка которого оборудована тепловизионным прицелом.

Халатное отношение к изучению дисциплины «Специальная техника органов внутренних дел» делает тщетными усилия целых коллективов ученых и инженеров, разрабатывающих специальную технику, а также приводит к потере значительных ресурсов, которые государство направляет на оснащение органов внутренних дел современными образцами специальной техники. Когда сотрудник не знает, как пользоваться специальной техникой, его можно научить и ресурсы, направленные на техническое оснащение органов внутренних дел не будут потеряны. Именно в этом и заключается смысл создания данного учебника. Гораздо хуже, когда сотрудник боится прикасаться к технике, и она лежит мертвым грузом в подразделении.

Знание специальной техники органов внутренних дел позволит приручить технические средства практически во всех сферах деятельности современного общества. Знания в области средств связи и навигации, беспилотных летательных аппаратов и роботизированных систем, систем контроля и фиксации аудиовизуальной информации, поисковой техники, а также систем биометрической аутентификации и идентификации пригодятся не только на службе, но и в частной жизни.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Нормативно-правовые акты¹:

1. Конституция Российской Федерации. — Москва, 1993 г.
2. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
3. Федеральный закон от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи».
4. Федеральный закон от 12.08.1995 № 144-ФЗ «Об оперативно-розыскной деятельности».
5. Федеральный закон от 07.02.2011 №3-ФЗ «О полиции».
6. Федеральный закон от 21.07.1993 № 5485-1 «О государственной тайне».
7. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных».
8. Федеральный закон от 02.08.2019 N 308-ФЗ «О внесении изменения в статью 138.1 Уголовного кодекса Российской Федерации».
9. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ.
10. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ.
11. Указ Президента Российской Федерации от 30.11.1995 № 1203 «Об утверждении Перечня сведений, отнесенных к государственной тайне».
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2016г. № 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности».
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 № 770 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности физических и юридических лиц, не уполномоченных на осуществление оперативно-розыскной деятельности, связанной с разработкой, производством, реализацией, приобретением в целях продажи, ввоза в Российскую Федерацию и вывоза за ее пределы специальных технических средств, предназначенных (разработанных, приспособленных, запрограммированных) для негласного получения информации».
14. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.03.2000 № 214 «Об утверждении Положения о ввозе в Российскую Федерацию и вывозе из Российской Федерации специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, и списка видов специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, ввоз и вывоз которых подлежат лицензированию».
15. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.04.2012 № 314 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по выявлению электронных устройств, предназначенных для негласного получения информации (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)».
16. Приказ МВД России от 11.09.1993 № 423 «Об утверждении Инструкции о порядке применения химических ловушек в раскрытии краж имущества, находящегося в государственной, муниципальной, частной собственности и собственности общественных объединений (организаций)».

¹ Нормативно-правовые акты приведены в соответствии с данными официального интернет-портала правовой информации pravo. gov. ru (дата обращения 01.03.2023).

17. Приказ МВД России от 29.12.2012 № 1157 «Об утверждении норм положенности специальной техники для отдельных подразделений центрального аппарата МВД России и средств связи, вычислительной, электронной организационной и специальной техники для территориальных органов МВД России, медицинских (в том числе санаторно-курортных) организаций системы МВД России, окружных управлений материально-технического снабжения системы МВД России, а также иных организаций и подразделений, созданных для выполнения задач и осуществления полномочий, возложенных на органы внутренних дел Российской Федерации».

18. Приказ МВД России от 15.11.2021 № 890 дсп «О мерах по совершенствованию деятельности дежурных частей территориальных органов МВД России».

19. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.12.2014 № 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город».

20. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 23.07.2015 г. № 227 «Об утверждении Правил проведения досмотра, дополнительного досмотра, повторного досмотра в целях обеспечения транспортной безопасности».

21. Раздел 2.17 Решения Коллегии Евразийской Экономической Комиссии от 21.04.2015 № 30.

Литература:

22. Андреев Д. А., Марков А. А. Перспективы применения дирижаблей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2017. № 13 (2). С. 446–448.

23. Быстряков Е. Н. Специальная техника : учебное пособие / Е. Н. Быстряков, М. В. Савельева, А. Б. Смушкин. 2-е изд., стер. — Москва : ЮСТИЦИЯ, 2022. — 252 с.

24. Бузов Г. А. Выявление специальных технических средств несанкционированного получения информации. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2019. — 204 с., ил.

25. Величко Ф. М. Специальная техника в органах внутренних дел Российской Федерации : курс лекций. — Москва : Московский университет МВД России имени В. Я. Кикотя, 2021. — 216 с.

26. Верба Г. Е., Пономарев П. А., Фёдоров С. В. Создание систем передачи информации и мониторинга на базе воздухоплавательных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. — Таганрог : Южный федеральный университет, 2008. №3 (80). С. 212–217.

27. Верба Г. Е., Щугарев С. Н., Ивченко Б. А. [и др.]. Современные мировые тенденции создания воздухоплавательной техники в интересах силовых ведомств // Известия ЮФУ. Технические науки. — Таганрог : Южный федеральный университет. 2012. № 3 (128). С. 49–58.

28. Вермеенко Я.С. Современное состояние и перспективы развития ИСОД МВД России // Сетевое издание «Академическая мысль». № 3 (16). 2021. С. 75–77.

29. Грачев Ю. А., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легкого воздуха в органах внутренних дел // Научные исследования в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 2. С. 52–65.

30. Грачев Ю. А., Кежов А. А., Степанов И. В., Никишкин А. В. Приборы для наблюдения в условиях плохой видимости : учебное пособие — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2022. — 88 с.

31. Демидов В. А., Досычев А. Л., Юренков О. Г. Специальная техника органов внутренних дел : учебное наглядное пособие: в 2 ч. Ч. 1. — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2014. — 110 с.

32. Демидов В. А., Юренков О. Г. Специальная техника органов внутренних дел. Общая часть : курс лекций. — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2015. — 168 с.

33. Дубинин А. С. Специальная техника органов внутренних дел : учебное пособие / А. С. Дубинин, В. А. Шипицин. — Омск : Омская академия МВД России, 2018. — 60 с.
34. Кежов А. А., Селезнёв В. И., Степанов И. В. Основы специальной техники : курс лекций. — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2020. — 80 с.
35. Никишкин А. В., Соколов В. М., Мельников Н. М., Локтионов О. В. Применение перспективных средств фиксации видео— и аудиоинформации в подразделениях органов внутренних дел // Информатизация и связь. 2022. № 4. С. 18–23.
36. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов. 6-е изд. — Санкт-Петербург : Питер, 2020. — 1008 с.
37. Основы применения специальной техники и информатики в профессиональной деятельности сотрудника полиции : учебное пособие. — Москва : ДГСК МВД России, 2017. — 192 с.
38. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности: Научно-технический информационный сборник. Вып. 1. — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2018. — 103 с.
39. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности): Научно-технический информационный сборник. Вып. 2. — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2018. — 113 с.
40. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности: Научно-технический информационный сборник. Вып. 1 (3). — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2019. — 96 с.
41. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности : научно-технический информационный сборник. Вып. 2 (4). — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2019. — 99 с.
42. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности: Научно-технический информационный сборник. Вып. 1 (5). — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2020. — 83 с.
43. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности): Научно-технический информационный сборник. Вып. 1 (8). — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2021. — 40 с.
44. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности: Научно-технический информационный сборник. Вып. 2 (9). — Москва : ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2021. — 68 с.
45. Пономарев П. А. Роль воздухоплавательного сегмента Вооруженных сил Российской Федерации в решении задач по обеспечению военных действий в условиях необорудованных театров военных действий и Арктики // Известия ЮФУ. Технические науки. — Таганрог : Южный федеральный университет. 2014. № 3 (152). С. 138–147.
46. Персональное носимое устройство регистрации информации «Дозор-78» : руководство по эксплуатации БРУА.012345.003-03 РЭ. ООО «Байтэрг».
47. Специальная техника правоохранительных органов : учебное пособие / Е. Р. Пудиков, Р. Р. Яппаров. — Уфа : Изд-во БИСТ (филиал) ОУП ВО «АТиСО», 2017. — 240 с.
48. Специальная техника органов внутренних дел : учебник: в 2 ч. — Москва : ДГСК МВД России, 2014. Ч. 1. — 264 с.
49. Специальная техника органов внутренних дел : курс лекций / Ю. А. Грачев [и др.]; под общ. ред. В. М. Соколова. — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2022. — 232 с.
50. Специальные технические средства визуального наблюдения и документирования : учебное пособие / В. В. Тимофеев. — Барнаул : Барнаульский юридический институт МВД России, 2017. — 46 с.
51. Специальная техника органов внутренних дел. Использование средств оперативного наблюдения в борьбе с преступностью : учебное пособие для студентов, обучающихся

по специальности 031001.65, 030505.65 «Правоохранительная деятельность». — Саратов : Саратовский государственный социально-экономический университет, 2012. — 88 с.

52. Хомяков Э. Г. Специальные средства правоохранительных органов : учебное пособие по дисциплине «Специальная техника правоохранительных органов» для студентов, обучающихся по специальности 40.05.02 «Правоохранительная деятельность». — Ижевск : Изд. центр «Удмуртский университет», 2020. — 122 с.

53. Черных А. А. Специальные окрашивающие и маркирующие средства : учебное пособие / А. А. Черных, Ф. В. Безгачев. — Красноярск : СибЮИ МВД России, 2021. — 76 с.

Государственные стандарты:

54. ГОСТ 34286-2017. Бронеодежда. Классификация и общие технические требования.

55. ГОСТ 34600-2019. Автомобили оперативно-служебные для патрулирования и выезда на места происшествий нарядов дежурных частей органов охраны правопорядка.

56. ГОСТ 31817.1.1-2012 Системы тревожной сигнализации.

57. ГОСТ 34600-2019. Автомобили оперативно-служебные для патрулирования и выезда на места происшествий нарядов дежурных частей органов охраны правопорядка.

58. ГОСТ Р 50574-2019. На оклейку и нанесение цветографических схем.

Электронные ресурсы:

59. Стандартная модель взаимодействия открытых систем. Сайт компании Oracle. [Электронный ресурс]. URL: https://oracle-patches.com/images/2019/11/06/OSI_TCP_IP_large.jpg

60. Лисицына М. А. Мантуров анонсировал уход от рыночной промышленной политики. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/15/07/2022/62d13a1f9a79476ad8ac4709>

61. Мультиплексор синхронной цифровой иерархии MC04-SDH-3U. По материалам сайта «Русской телефонной компании» [Электронный ресурс]. URL: https://www.rus-telcom.ru/upload/mc04-sdh-3u_schema.png.

62. Сетевые коммутаторы «Поток». Сайт Группы Компаний «Информтехника» [Электронный ресурс]. URL: <https://minicom.ru/catalog/ip-resheniya/marshrutiziruyushchiy-kommutator-potok-km-122/>.

63. Riverstone: сделано в России. Коммутаторы Riverstone RS 3100 и RS 8x00 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/nets/2005/15/378510>.

64. Сайт производителя «Протон-КА» АО «Калугаприбор» [Электронный ресурс]. URL: https://kalugapribor.ru/oborudovanie-svyazi/upats_proton_ka.

65. Комбинированная АТС МиниКом МХ-1000. Сайт Группы Компаний «Информтехника» [Электронный ресурс]. URL: <https://minicom.ru/nashi-resheniya/mx-1000/>.

66. Процессоры и серверы «Эльбрус». Сайт АО «МЦСТ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcst.ru>.

67. Программный комплекс ViPNet Client. Сайт АО «ИнфоТеКС» [Электронный ресурс]. URL: <https://infotecs.ru/product/vipnet-client-.html#soft>.

68. Специализированное программное обеспечение КриптоПро CSP. Сайт компании КриптоПро [Электронный ресурс]. URL: <https://cryptopro.ru>.

69. Рутокен S. Сайт компании «Актив» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rutoken.ru/products/all/rutoken-s/#spec>.

70. Стационарно-возимая радиостанция «ГРАНИТ 3Р-21АЦ». Сайт компании «ТД САНТЭЛ-ГРАНИТ» [Электронный ресурс]. URL: <http://suntel-granit.ru/stat.php>.

71. Возимая радиостанция РАДОН-253. Сайт ООО «АСТРАКОМ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.astracom.ru/katalog-oborudovaniya/arso-p25.html>.

72. Стандарт APCO P25. Сайт Группы САЙКОМ Средства и системы радиосвязи. [Электронный ресурс]. URL: <https://sicom.ru/sistemy-radiosvyazi/apco-25.html>

73. Носимая радиостанция Радон-353/354. Сайт ООО «АСТРАКОМ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.astracom.ru/katalog-oborudovaniya/arso-p25.html>.

74. Носимая радиостанция КОРСАР КР-824. Сайт ООО «А.Т.К». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atk.ru/katalog/radiostantsii/korsar/dmr/480/>.
75. Малогабаритная цифровая радиостанция «КУНИЦА 7». Сайт компании СЕТ-1. [Электронный ресурс]. URL: https://www.set-1.ru/news/kunitsa-vii-novaya-model-radiostantsiy/?sphrase_id=3252.
76. Малогабаритная цифровая радиостанция «КУНИЦА 7». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7064&tbl=11.02.01.10>.
77. Стандарт радиосвязи DMR. Сайт группы САЙКОМ Средства и системы радиосвязи. [Электронный ресурс]. URL: <https://sicom.ru/sistemy-radiosvyazi/dmr.html>.
78. Плишкин В. Ф. «Подвижные узлы связи модели 5027 с интегрированным модулем управления» // Международная научно-практическая конференция «Спецсредства обеспечения безопасности массовых мероприятий»: сборник докладов. — Москва, 2018. — 124 с. С. 14–18. [Электронный ресурс]. URL: http://e-edition.ru/katalog/Spets_OBMM-18/files/assets/basic-html/page16.html
79. Григорьев А. Н., Ремизова Е. В. Развитие и внедрение отечественных универсальных систем и средств радиосвязи, способных работать в существующих и перспективных сетях радиосвязи при обеспечении безопасности массовых мероприятий в Российской Федерации // Международная научно-практическая конференция «Спецсредства обеспечения безопасности массовых мероприятий»: сборник докладов. — Москва, 2018. — 124 с. С. 18–21. [Электронный ресурс]. URL: http://e-edition.ru/katalog/Spets_OBMM-18/files/assets/basic-html/page16.html.
80. Система «Радиокупол». Сайт компании Центр Новых Технологий. [Электронный ресурс]. URL: <https://cnt-radio.ru/>.
81. Перевозимый модульный комплекс связи. Сайт АО Научно-Производственное Предприятие «Рубин». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.npp-rubin.ru/catalog/sredstva-telekommunikacii/perevozimyi-modulnyi-kompleks-svazi>.
82. Мобильный комплекс видеоконференцсвязи Гелиос-4. Сайт ООО «ПРОТЕЙ СпецТехника». [Электронный ресурс]. URL: <https://protei-st.ru/products/mks/>.
83. Портативный комплекс видеоконференцсвязи Гелиос-5. Сайт ООО «ПРОТЕЙ СпецТехника» [Электронный ресурс]. URL: <https://protei-st.ru/products/g5/>.
84. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИП 212-41М. Сайт ООО «Рубеж». [Электронный ресурс]. URL: https://products.rubezh.ru/products/ip_212_41m_-4834/#description
85. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИП 212-45. Сайт ООО «Рубеж». [Электронный ресурс]. URL: https://products.rubezh.ru/products/ip_212_45_v1_04-1607/
86. Пожарный тепловой максимальный извещатель «ИП101-1А-А1». Сайт ООО НПО Сибирский Арсенал. [Электронный ресурс]. URL: https://arsenal-sib.ru/pozharnye_izveshateli/teplovye/ip101_1a_a1/
87. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИП 212-187. Сайт ООО «Рубеж». [Электронный ресурс]. URL: https://products.rubezh.ru/products/ip_212_187_w1_04-1614/
88. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный автономный ИП 212-142. Сайт ООО «Рубеж». [Электронный ресурс]. URL: https://products.rubezh.ru/products/ip_212_142-1756/
89. Извещатель охранный акустический звуковой поверхностный «Сонар». Сайт ООО НПО Сибирский Арсенал. [Электронный ресурс]. URL: https://arsenal-sib.ru/ohrannye_izveshateli/datchiki_razbitija_stekla/
90. Извещатель охранный объемный оптико-электронный ИО 409-59 «Пирон-8». Сайт АП Системы безопасности. [Электронный ресурс]. URL: <https://alpatech.ru/sistemy-ops/provodnye-ops/datchiki-ohrannye/dvizheniya-ik/piron-8-io409-59-ik-izveschatel-rielta/>
91. Методические рекомендации ФКУ НИЦ «Охрана» Росгвардии. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nicohrana.ru/normativno-tehnicheskaya-dokumentaciya.html>

92. Накладной электронный дверной замок H-Gang Guardian TR811 биометрический. По материалам сайта. [Электронный ресурс]. URL: <https://spb.t4l.ru/sistemy-kontrolya-dostupa/zamki/elektronnye/nakladnoy-biometricheskiy-zamok-h-gang-guardian-tr811/>
93. Мультибиометрический терминал UPB ZKTeco SpeedFace-V4LM1. Сайт компании «ИНТЕМС». [Электронный ресурс]. URL: <https://securityrussia.com/skud/biometriya/speedface-v4lm1>
94. Считыватель радужной оболочки глаза EyeLock HBOX. Сайт компании «ИНТЕМС». [Электронный ресурс]. URL: <https://securityrussia.com/skud/biometriya/eyelock-hbox>
95. МИК «КОКОН». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://npo-sm.ru>
96. Палки универсальные специальные ПУС-1, ПУС-2 ПУС-3. Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: https://www.npo-sm.ru/specialnye_sredstva/dubinki_pus/
97. Средства ограничения подвижности БОС «Нежность» и БКС-1 «Нежность». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.npo-sm.ru/produkciya/specialnye-sredstva/narucniki>
98. ЭШУ-100, ЭШУ-200 и ЭШУ-300. Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.npo-sm.ru/produkciya/specialnye-konstrukcii-dlya-sizo-i-ivs>
99. ЭШУ контактно-дистанционного действия «АИР-107У» Сайт ООО «МАРТ ГРУПП». [Электронный ресурс]. URL: <https://marchgroup.ru/products/power/elektroshoker-air-107u-isp-350.html>
100. Служебные аэрозольные распылители «Зверобой-10», «Зверобой-10М» и «Зверобой-10Б». По материалам сайта ЗАО «Техкрим». [Электронный ресурс]. URL: https://techcrim.ru/?page_id=2234
101. Служебные распылители серии «Страж». По материалам сайта ЗАО «Техкрим». [Электронный ресурс]. URL: https://techcrim.ru/?page_id=8624
102. Распылитель аэрозольный Контроль-M/ РГ/ РГБ. Сайт ООО Тюменские Аэрозоли. [Электронный ресурс]. URL: <https://aerosol72.ru/product/control-m/>
103. Ручная аэрозольная граната «Дрейф-2» РГ-60Аз. Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/dreyf-2/>
104. Ручная аэрозольная граната «Дрейф-2» РГ-60Аз. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1334/83020/>
105. Ручная граната слезоточиво-раздражающего действия «Впрыск-П». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/vprysk-p/>
106. Ручная граната кассетная раздражающего действия РГК-60РД. Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/rgk-60rd/>
107. Выстрел раздражающего действия ВГМ93.200. Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/spetsgranatomy-i-boeprirasy-k-nim/vgm93-200/>
108. Выстрел раздражающего действия ВГМ93.200. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1372/81396/>
109. Выстрел с травмобезопасной аэрозольной гранатой ВГМ93.500. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1372/81400/>
110. Фонарь специальный лазерный «Поток». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: https://www.npo-sm.ru/specialnye_sredstva/fonar_specialnyj_lazernyj_potok/
111. Носимая станция визуально-оптических помех «Люттик-Н». Сайт АО Ростех. [Электронный ресурс]. URL: <https://rostec.ru/news/roselektronika-predstavila-na-armii-2021-osleplyayushchiy-protivnika-lyutik/>
112. Автономное осветительное устройство «Заря». Сайт АО «СЕТ-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/zarya-osvetitelnoe-ustroystvo-360/>

113. Ручная светозвуковая граната «Заря-3». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/zarya-3/>
114. Ручная граната кассетная светозвукового действия РГК-60СЗ. Сайт АО Рособоронэкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/rgk-60sz/>
115. Ручная граната кассетная комбинированного действия РГК-60КД. Сайт АО Рособоронэкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/rgk-60kd/>
116. Ручная граната кассетная комбинированного действия РГК-60КД. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1334/67260/>
117. Ручная граната светозвуковая безосколочная с эластичной шрапнелью ГСЗ-ТШ. Спецсредства нелетального действия // Сборник докладов и статей 2-й Международной научно-практической конференции «Спецсредства нелетального действия». — Москва, 2015. — 212 с. С. 154 http://edition.ru/katalog/catalog_neletal-15/files/assets/basic-html/page154.html
118. Ручная граната комбинированного действия «Вьюшка». Сайт АО Рособоронэкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/vyushka/>
119. Многоочаговая светозвуковая граната «Взлет-М». Сайт АО Рособоронэкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/vzlet-m/>
120. Стационарная светозвуковая граната «Пламя-2». Сайт АО Рособоронэкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/granaty-neletalnogo-deystviya/plamya-2/>
121. Выстрел со светозвуковым снаряжением ВГМ93.400. Сайт АО Рособоронэкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/spetsialnye-sredstva/spetsgranatomy-i-boeprirasy-k-nim/vgm93-400/>
122. Выстрел со светозвуковым снаряжением ВГМ93.400. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1372/81401/>
123. 40-мм выстрел кассетный элементный ВКЭ-40 «Марокит». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1372/96392/>
124. Акустическая система дальнего диапазона действия СИРИН 500RX. Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/sirin-500rx/>
125. Средство оперативного проникновения «Взлом». По материалам канала «Все об Оружии». [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-31394727_156457
126. Средство оперативного проникновения «Взлом». По материалам канала «major_merkel». [Электронный ресурс]. URL: <http://major-merkel.livejournal.com/27495.html>
127. Комплекс «Гарпун-3». Сайт компании-производителя «Информационные технологии и решения». [Электронный ресурс]. URL: <https://antidrone.itr.group>
128. Рябов К. Ручной комплекс противодействия БПЛА «Гарпун-3» // Военное обозрение. 2021. 10 ноября. [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/188926-ruchnoj-kompleks-protivodejstviya-bpla-garpun-3.html>
129. Подавитель беспилотных летательных аппаратов ЛПД-801. Сайт производителя Лаборатории ППИ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pps.ru/?part=catalog&product=354>
130. Рябов К. Подавитель беспилотников ЛПД-801 проходит проверку в Донбассе // Военное обозрение. 2022. 1 августа. [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/199697-podavitel-bespilotnikov-lpd-801-prohodit-proverku-v-donbasse.html>
131. Подавитель беспилотных летательных аппаратов ЛПД-802. Канал Avia.pro. [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/media/avia.pro/segodnia-laboratoriia-ppsh-vpervye-predstavila-svoiu-noveishiu-razrabotku-podavitel-bpla-lpd802-6349890fab8fc002c6a40395>
132. Подавитель беспилотных летательных аппаратов ЛПД-802. Телеграмм-канал. [Электронный ресурс]. URL: https://t.me/zhurnalistska_z/1025

133. Многофункциональный комплекс противодействия беспилотным летательным комплексам «Сапсан-Бекас». Презентация АО «Концерн Автоматика». [Электронный ресурс]. URL: <http://new.groteck.ru/images/catalog/133684/269c9164236c7459e4db83634cac0d7d.pdf>
134. Комплекс обнаружения и защиты от беспилотных летательных аппаратов «Стриж-3». Сайт научно-производственной компании ООО «ТАИП — Технологии Автоматизации и Программирования», производителя «Стриж-3». [Электронный ресурс]. URL: <https://antidron.pro/katalog/sfericheskaja-zashhita-ot-bes-pilotnikov-kupol/strizh>
135. Правила ношения бронежилета. Телеграмм-канал «Голос с фронта». [Электронный ресурс]. URL: <https://t.me/russianonwars/1167>
136. Бронежилет «Модуль-С». Сайт компании «Дивекон». [Электронный ресурс]. URL: <https://divecon.net/catalog/bronezhilety-br1-br2-br3/bronezhilety-modul-s-1-y-klass-zashchity/>
137. Бронежилет «КОРА-ВО». Сайт компании-производителя АО НПП «КЛАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/kora-vo/>
138. Бронежилет «Модуль-3М». Сайт компании-производителя АО «НПО Спецматериалов». [Электронный ресурс]. URL: https://www.npo-sm.ru/individualnaya_bronezashita/bronezhilety_modul/zhilety_pulezashitnye_modul-3m/
139. Бронежилет «Модуль-3М». Сайт компании «Дивекон». [Электронный ресурс]. URL: <https://divecon.net/catalog/bronezhilety/bronezhilety-modul-3m-2-y-i-3-y-klass-zashchity/>
140. Бронежилет «Модуль-Монолит». Сайт компании «Дивекон». [Электронный ресурс]. URL: <https://divecon.net/catalog/bronezhilety/zhilet-pulezashchitnyy-modul-monolit-takticheskij/>
141. Бронежилет «Модуль-Монолит». Сайт компании-производителя АО «НПО Спецматериалов». [Электронный ресурс]. URL: https://www.npo-sm.ru/individualnaya_bronezashita/bronezhilety_modul/zhilety_pulezashitnye_modul-monolit-takticheskij/
142. Штурмовой бронежилет «СПЕЦНАЗ». Сайт компании-производителя АО НПП «КЛАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/spetsnaz/>
143. Штурмовой бронежилет «Модуль-Эталон». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://нпо-см.рф/produkcija/individualnaya-bronezashhita/bronezilety/etalon>
144. Штурмовой бронежилет «Модуль-Эталон». Сайт компании «Дивекон». [Электронный ресурс]. URL: <https://divecon.net/catalog/bronezhilety/bronezhilety-modul-etalon/>
145. Модульный индивидуальный комплект (МИК) «КОКОН». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://нпо-см.рф/produkcija/individualnaya-bronezashhita/bronezilety/mik-kokon>
146. Легкий пулестойкий шлем с частичной защитой ушей TOP (M). Сайт компании-производителя АО НПП «КЛАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/shlemy-zashchitnye/>
147. Бронешлем «Эльбрус-Т». Сайт АО «НИИ стали». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niistali.ru/katalog/siz/broneshlemy/elbrus-t/>
148. Пулезащитный шлем «Вулкан-5». Сайт Центра «АРМОКОМ». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.armocom.ru/#broneshlemy>
149. Противоударный шлем «Колпак-СБ1». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://нпо-см.рф/produkcija/individualnaya-bronezashhita/zashhitnye-slemy/1sb>
150. Щит «Баклер-К-Р Малый». Сайт компании-производителя АО НПП «КЛАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/bakler-k-r-malyy/>
151. Пулестойкий щит «Булат». Сайт НПО Специальных Материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://нпо-см.рф/produkcija/individualnaya-bronezashhita/shhity-zashhitnye/bulat>
152. Защитные очки открытого типа «Кондор». Сайт компании-производителя АО НПП «КЛАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/ochki-zashchitnye/>
153. Очки защитные закрытого типа «Стрелок». Сайт компании-производителя АО НПП «КЛАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/ochki-zashchitnye-strelok/>

154. Комплект противоударной защиты «ПЫРЕЙ». Сайт компании-производителя АО НПП «Класс». [Электронный ресурс]. URL: <https://classcom.ru/products/pyrey/>
155. Рябов К. Компоненты и технологии для «Сотника» // Военное обозрение. 2021. 18 февраля. [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/180073-komponenty-i-tehnologii-dlja-sotnika.html>
156. Оперативно-тактический комплекс «Сталь». [Электронный ресурс]. URL: <https://tacsteel.ru/#production>
157. Многоканальная система регистрации телефонных вызовов и речевых сообщений Незабудка П. Сайт группы компаний ЦРТ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.speechpro.ru/product/sistemy-zapisi-telefonnykh-razgovorov/nezabudka-2>
158. Комплекс многоканальной цифровой записи аудиоинформации «Спрут 7». Сайт производителя компании Агат Российские Технологии (Агат-РТ). [Электронный ресурс]. URL: https://agatrt.ru/zapis-telefonnyh-razgovorov/sprut-7-o-produkte/#tabs_top
159. Система звукового оповещения «Спрут-Информ». Сайт производителя компании Агат Российские Технологии (Агат-РТ). [Электронный ресурс]. URL: <https://agatrt.ru/sistemy-zvukovogo-opovescheniya/>
160. ГЛОНАСС. Сайт Роскосмоса. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roscosmos.ru/21923/>
161. ГЛОНАСС. Сайт пользовательского информационного центра ГЛОНАСС. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.glonass-iac.ru/guide/glonass.php>
162. УАЗ-3163-015 ППС. По материалам сайта Уазбука. [Электронный ресурс]. URL: https://uazbuka.ru/models/uaz-pps_2017.html
163. Потребительский навигационно-информационный комплект для индивидуального применения индекс 14Ц894. По материалам сайта [Электронный ресурс]. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/50872-12-pnik-i-indeks-14ts894-53999>
164. Персональное носимое устройство регистрации информации «Дозор-78». Сайт производителя ООО «Байтэрг» [Электронный ресурс]. URL: <https://byterg.com/services/personal-video-surveillance/>
165. Сайт МВД России. Положение об Оперативном управлении МВД России. [Электронный ресурс]. URL: https://мвд.рф/мвд/structure1/Upravlenija/Operativnoe_upravlenie
166. Общедоступный специализированный Интернет-портал организационно-методического и нормативно-технического обеспечения мероприятий по построению и развитию АПК «Безопасный город», обеспечивающий систематизацию знаний и информационных ресурсов предметной области АПК «Безопасный город». Презентация Аппаратно-программного комплекса «Безопасный Город». [Электронный ресурс]. URL: <https://apkgb.info/about/>
167. Сайт РБК. Приграничные области запросили субсидии на систему «Безопасный город». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/politics/15/09/2022/632094649a794791aaaa013d>
168. АПК «Безопасный город». Администрация Санкт-Петербурга. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_information/napravlenie-deyatelnosti-komiteta/bezopasnyj-gorod/
169. Сайт РБК. Аркадий Поддубный. На петербургских улицах будет вдвое больше видеокамер. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/12/09/2022/631f0b5d9a794704f37bc945
170. Платформа мультиобъектной видеоаналитики Findface Multi. Сайт компании NTechLab. [Электронный ресурс]. URL: <https://ntechlab.ru/findface-multi/>
171. Российская газета. Михаил Фалалеев. В РФ стали применять систему распознавания лиц и силуэтов людей и машин. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2021/06/24/v-rf-stali-primeniat-sistemu-raspoznavaniia-lic-i-siluetov-liudej-i-mashin.html>
172. Газета «Ведомости». 26 июля 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/news/2018/07/26/776624-sistema-raspoznavaniya-na-chm-2018>

173. Сайт РБК. Виктория Полякова. МВД запустило систему распознавания силуэтов людей и машин. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/society/24/06/2021/60d3f2069a79477a04539e0e>
174. Технологии лицевой биометрии FindFace. Сайт компании NTechLab. [Электронный ресурс]. URL: <https://ntechlab.ru/cases/raspoznavanie-lits-dlya-obshhestvennoj-bezopasnosti/>
175. Технологии лицевой биометрии FindFace. Сайт компании NTechLab. [Электронный ресурс]. URL: <https://ntechlab.ru/solution/public-safety/>
176. Алгоритм идентификации лица NtechLab. Сайт компании NTechLab. [Электронный ресурс]. URL: <https://ntechlab.ru/technology/>
177. ГИС «Национальная платформа видеонаблюдения». Газета «Коммерсантъ» № 101. 16 июня 2021. Никита Королев. Обзор с пристрастием. [Электронный ресурс]. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4857301?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop
178. IP-камеры VisorJet со встроенной видеоаналитикой. Каталог оборудования компании «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/company/elvees-neotek2019.pdf>
179. IP-камеры VisorJet со встроенной видеоаналитикой. Сайт компании «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/company/news/51/>
180. IP-камера Hikvision DS-2CD4685F-IZHS. Сайт компании Hikvision. [Электронный ресурс]. URL: https://hikvision.ru/product/ds_2cd4685f_izhs
181. Фалалеев М. В РФ стали применять систему распознавания лиц и силуэтов людей и машин // Российская газета. 2021. 24 июня. № 139 (8490). [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2021/06/24/v-rf-stali-primeniat-sistemu-raspoznavaniia-lic-i-siluetov-liudej-i-mashin.html>
182. Автомобиль оперативно-служебный «Дежурная часть» на базе ГАЗель Next. Сайт производителя спецтехники компании «Луидор». [Электронный ресурс]. URL: <https://luidorbus.ru>
183. СПМ-2 «Тигр». [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тигр_\(броневомобиль\)#СПМ-2_ГАЗ-233036](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тигр_(броневомобиль)#СПМ-2_ГАЗ-233036)
184. Максимов И. Броневомобиль «Тигр» спас экипаж от взрыва противотанковой мины // Российская газета. 2022. 16 сентября. Специальный проект «Русское оружие». [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2022/09/16/broneavtomobil-tigr-spas-ekipazh-ot-vzryva-protivotankovoj-miny.html>
185. Броневомобиль многоцелевого назначения семейства «Атлет». Сайт АО РосОборонЭкспорт. [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/bronirovannye-avtomobili/atlet/>
186. Специальная (полицейская) бронемашина СПМ 3 (ВПК 3924) «Медведь». Сайт DRIVE2.RU канал С-ARS. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/c/452728586734928936/>
187. Снегоболотоход гусеничный оперативно-служебный 1994-СДЧ. Сайт Завода вездеходных машин. [Электронный ресурс]. URL: <https://zvm-nn.ru/snegobolotohody/gusenichniye/uzola/zvm-2411/>
188. Катер «Альянс 6,4». Сайт МЧС России. Главное управление по Архангельской области. [Электронный ресурс]. URL: <https://29.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4747345>
189. Сайт Кингисеппского машиностроительного завода. [Электронный ресурс]. URL: <https://kmz1.ru/news/KateraRPK640Alyans64glazamieksplantatovotzyvTSentraGIMSgKHabarovskGUMCHS/>
190. Катер «Альянс 6,4». Сайт «Сделано у нас». [Электронный ресурс]. URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/137770/>
191. Скоростной катер «Мангуст» проекта 12150. Сайт производителя АО «Судостроительный завод «ВЫМПЕЛ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vympel-rybinsk.ru/mangust-12150.html>

192. Многоцелевой скоростной поисково-спасательный катер проекта 12150М. Сайт производителя АО «Судостроительный завод «ВЫМПЕЛ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vympel-rybinsk.ru/mangust-12150.html>
193. Перспективный многоцелевой быстроходный маневренный катер РИФ 112 СК 3. Сайт производителя АО ССРЗ РИФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://zao-rif.com/model-pages/3-spets-naznacheniya/12-rif-112-sk3>
194. Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/>
195. Комплект досмотровых средств «Поиск — 2У». Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровые-зеркала/комплект-досмотровых-средств-поиск-2у-detail.html>
196. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника» : сборник докладов / под общ. ред.: Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — Москва, 2016. — 148 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page18.html>
197. Комплект специального досмотрового инструмента «Гастроль-П». Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровая-техника/переносной-комплект-для-обследования-автотранспорта-гастроль-п-detail.html>
198. Поисково-досмотровый комплекс «Мираж-ДТВ». Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/досмотровая-техника/комплекс-специальных-технических-средств-видеонаблюдения-мираж-дтв-detail.html>
199. Эндоскоп технический телевизионный «ЭТВЦ-М». Сайт производителя ООО НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/поисково-досмотровая-техника/эндоскопы/гибкие-телевизионные-эндоскопы-серии-этвц-detail.html>
200. Досмотровая штанга «Свирель». Сайт производителя АО «СЕТ-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/svirel-shtanga-dosmotrovaya/>
201. Устройство отображения и управления «Планшет». Сайт производителя АО «СЕТ-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/svirel-shtanga-dosmotrovaya/>
202. Управляемый досмотровый робототехнический комплекс «Скарабей» версия 2.0. Сайт производителя АО «СЕТ-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/skarabey/>
203. Пульт видеонаблюдения и дистанционного управления (для комплекса «Скарабей»). Сайт производителя АО «СЕТ-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/pult-videonablyudeniya-i-distantsionnogo-upravleniya-dlya-kompleksa-skarabey/>
204. Лебедев А. В. Приборы на основе хромато-спектрометричной подвижности для обнаружения опасных веществ // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника» : сборник докладов / под общ. ред.: Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — Москва, 2016. — 148 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/index.html#29>
205. Детектор паров и следов взрывчатых веществ «М-Ион». Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/detectors/m-ion/>
206. Портативный экспресс-обнаружитель «Гриф-2». Сайт производителя Группы компаний Метеоспецприбор. [Электронный ресурс]. URL: <https://mspex.ru/grif-2>
207. Детектор обнаружения взрывчатых веществ «След-В». Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/>

208. Прибор «След-В» Технические характеристики, правила эксплуатации : учебно-методическое пособие. АО «Спецприбор» ЗАО «Химприбор-1». — Тула, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.himpribor-1.ru/img/uchebno-metodicheskoe-posobie-sled-v.pdf>
209. Детектор обнаружения наркотических веществ «След-Н». Сайт производителя ЗАО «Химприбор-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.himpribor-1.ru/products/pribor-obnaruzheniya-narkoticheskikh-veshchestv/>
210. Рамановские спектрометры серии «Спектраль». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7142&tbl=02.02.01.&p=1>
211. Портативный рамановский спектрометр «ХимЭксперт-Т». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/dosmotrovaya-tehnika-i-sredstva/khimekspert-t/>
212. Портативный рамановский спектрометр «ХимЭксперт-Т». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7139&tbl=02.02.02.&p=1>
213. Портативный обнаружитель (детектор) паров взрывчатых веществ «Пилот-М1 премиум». Сайт производителя ООО «Лаванда-Ю». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lavanda-u.ru/katalog/explosive-detector/10-pilot-m1-premium.html>
214. Детектор взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон». Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/detectors/dianon/>, https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf
215. Детектор взрывчатых веществ со встроенным поисковым радиометром «Дианон». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7154&tbl=02.01.01.01.&p=1>
216. Многокомпонентный газоанализатор (газосигнализатор) «Эдельвейс М». Сайт производителя ООО «НПФ «Инкрам». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.inkram.ru/catalog/portativnye-resheniya/edelveys-m/>
217. Многокомпонентный газоанализатор (газосигнализатор) «Эдельвейс М». Приложение к приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 декабря 2020 г. № 2007. Описание типа средства измерений. Газосигнализаторы «Эдельвейс». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.inkram.ru/documents/edelweiss/prilogenie%20k%20priказu%20№%202007.pdf>
218. Сайт РИА НОВОСТИ. Народная милиция ЛНР нашла на оставленных позициях ВСУ дозиметр из США. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20220409/lmr-1782683349.html>
219. Портативный идентификатор радиоизотопов «Verifinder SN20». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dael.com/assets/files/Security-brochures/brochures-voorwerpen/Symetrica---VeriFinder.pdf>
220. Переносной идентификатор радиоизотопов «RadSeeker». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6662&tbl=03.04.04>
221. Дозиметр-радиометр поисковый МКС-PM1401K-3. Сайт компании «Радметрон». [Электронный ресурс]. URL: <https://radmetron.com/ru/product/radionuclide-identification-devices/multipurpose-hand-held-radiation-monitor-identifier-pm1401k-3/#desc>
222. Интегрированный досмотровый комплекс SmartScan FORSITE. Сайт производителя АО «Современные Наукоемкие Технологии». [Электронный ресурс]. URL: <https://smartscan.ru/integrated-inspection-complex-smartscan-intellimax-forsite/>
223. Система обнаружения металлических и неметаллических предметов ВИДЕКТ-СМ-21. Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/videkt-sm-21/>, https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf

224. Ручной металлодетектор SmartScan XRD. Сайт производителя АО «Современные Научные Технологии». [Электронный ресурс]. URL: <https://smartscan.ru/hand-held-metal-detector-smartscan-xrd/>
225. Ручной металлодетектор SmartScan XRD. Сайт производителя АО «Современные Научные Технологии». По материалам сайта sls-security. [Электронный ресурс]. URL: <https://sls-security.ru/equipment/smartscan-model-xrd/>
226. Единый протокол обмена данными SmartScanNet. Сайт производителя АО «Современные Научные Технологии». [Электронный ресурс]. URL: <https://smartscan.ru/products/#SmartScanNet-Exchange-Protocol>
227. Досмотровый детектор радиоактивных и металлических объектов «СФИНКС» ВМ-611РД-2.0. Сайт производителя ЗАО «СФИНКС». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sphinx-md.ru/catalog/611РД-20.html>
228. Методика досмотра ручным металлодетектором. Автор ЗАО «СФИНКС». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sphinx-md.ru/>
229. Грунтовый металлодетектор «Сигнум» MFT/MFD 7272M. Сайт производителя ООО «фирма «АКА». Инструкция по эксплуатации. [Электронный ресурс]. URL: <https://aka.2000.ru/7272M.htm>
230. Переносной магнитометрический градиентометр «Ось». Сайт производителя АО «Группа Защиты-ЮТТА». [Электронный ресурс]. URL: https://stt-group.ru/goods/Os-perenosnoj-magnitometricheskij-gradientometr-dlya-obnaruzheniya-nevzorvavshih-sya-boepripasov?mod_id=286740997
231. Переносной магнитометрический градиентометр «Ось». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/os/>
232. Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035. Сайт компании «Скантроник Системс». [Электронный ресурс]. URL: <http://scantronicsystems.com/production/idx-st6035/>
233. Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035. Сайт корпорации «Ростех». Инспекционно-досмотровый комплекс: рентген для автомобиля. [Электронный ресурс]. URL: <https://rostec.ru/innovations/projects/4521468/>
234. Ключко И. П. Инспекционно-досмотровые комплексы: современное состояние и перспективы развития // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов / под общ. ред.: Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — Москва, 2016. — 148 с. С. 78–79. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page1.html>
235. Инспекционно-досмотровый комплекс СТ-6035. Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/dosmotrovaya-tehnika-i-sredstva/st-6035/>
236. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232». Сайт производителя ООО «Диагностика-М». Каталог продукции. [Электронный ресурс]. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf
237. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс «МИДК 9232». Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/midk-9232/>
238. Интроскоп SmartScan XR 100100D. Сайт АО «Современные Научные Технологии». [Электронный ресурс]. URL: <https://smartscan.ru/introscope-smartscan-xr-100100d/>
239. Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040. Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/introsopes/ts-scan6040/>
240. Интроскоп конвейерного типа ТС-СКАН 6040. Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf

241. Портативная рентгенотелевизионная установка «Норка». Сайт производителя ООО «Диагностика-М. [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/digital-systems-and-installations/norka/>
242. Портативная рентгенотелевизионная установка «Норка». Сайт производителя ООО «Диагностика-М. [Электронный ресурс]. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf
243. Портативная рентгенотелевизионная установка «Шмель-240ТВ». Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/2>
244. Портативная рентгенотелевизионная установка «Шмель-240ТВ». Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». [Электронный ресурс]. URL: http://www.flashel.ru/pdf/shmel240tv_2014_oktyabr_rus.pdf
245. Рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс». Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/14>
246. Рентгеновское устройство досмотра полостей «Феникс». Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». [Электронный ресурс]. URL: http://www.flashel.ru/pdf/fenix_rus_oktober2015.pdf
247. Ручной рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон». Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.flashel.ru/index.php/2012-03-21-20-05-19/4>
248. Ручной рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон». Сайт производителя ООО «Флэш электроникс». [Электронный ресурс]. URL: http://www.flashel.ru/pdf/vatson_rus_oktober2015.pdf
249. Бельчиков А. В., Орлов В. С. «Лорнет Стар» — нелинейный локатор нового поколения // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника»: сборник докладов / под общ. ред.: Н. С. Маричева, П. И. Павлова. — Москва. 2016. — 148 с. С. 25–28 [Электронный ресурс]. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page25.html>
250. Произвольно конфигурируемый нелинейный локатор «Лорнет Стар». Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.elvira.ru/ru/productions/nljd-general/nljd-lornet-star/>
251. Произвольно конфигурируемый нелинейный локатор «Лорнет Стар». Сайт производителя АО ПФ «ЭЛВИРА». [Электронный ресурс]. URL: http://www.elvira.ru/data/PDF_FILES/LORNET-STAR_brochure_RUS.pdf
252. Рябов К. Спецназ увидит через стену // Военное обозрение. 2020. 21 февраля. [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/168139-stenovizory-specnaz-uvidit-cherez-stenu.html>
253. Сайт производителя стеновизоров «Xaver» компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com>
254. Эволюция стеновизоров «Xaver». По материалам сайта производителя стеновизоров «Xaver» компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/applications/>, <https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging/> (перевод В.М. Соколова).
255. Технологические достижения компании Camero, реализованные в стеновизорах «Xaver». По материалам сайта производителя стеновизоров «Xaver» компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/technology/technological-achievements/> (перевод В. М. Соколова).
256. Ручное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-100» («X-100»). Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-100>
257. Ручное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-100» («X-100»). Сайт компании Меркурий-Про. [Электронный ресурс]. URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver100.pdf>

258. Alex Alexeev. У стен есть глаза // Военное обозрение. 2020. 21 августа. [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/174290-u-sten-est-glaza.html>
259. Компактное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-400» («X-400»). Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-400/> (перевод В.М. Соколова).
260. Компактное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-400» («X-400»). Сайт ООО «Меркурий-Про». [Электронный ресурс]. URL: <http://mercury-pro.ru/static/pdf/xaver400.pdf>
261. Компактное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-400» («X-400»). Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4807&tbl=02.03.03.&p=1>
262. Система «XaverNet». Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xavernet/> (перевод В.М. Соколова).
263. Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-800». Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-800/> (перевод В.М. Соколова).
264. Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-800». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=4808&tbl=02.03.03>
265. Портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver-1000». Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-1000/> (перевод В.М. Соколова).
266. Дистанционное портативное радарное устройство для запреградного обнаружения живых объектов (стеновизор) «Xaver LR80». Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/xaver-products/xaver-lr-80/> (перевод В.М. Соколова).
267. Израильские военные покажут на парижской выставке устройство, видящее сквозь стены. Сайт habr.com. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/news/t/582996/>
268. Перспективы технологии видения объектов через стены. Сайт производителя компании Camero. [Электронный ресурс]. URL: <https://camero-tech.com/technology/through-wall-imaging> (перевод В. М. Соколова).
269. Портативный радар (стеновизор) для оперативного обнаружения объектов за стенами РО-900. Сайт производителя ООО «Логические системы». [Электронный ресурс]. URL: <http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-900/>
270. Портативный радар (стеновизор) для оперативного обнаружения объектов за стенами РО-900. Руководство по эксплуатации радара-обнаружителя РО-900. [Электронный ресурс]. URL: https://www.geo-spektr.ru/files/re_ro-900_28_05_2019.pdf
271. Портативный радар (стеновизор) для оперативного обнаружения объектов за стенами РО-900. Сайт Техника для спецслужб. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.t-ss.ru/portativnyj-radar-dlya-operativnogo-obnaruzheniya-ob-ektov-za-stenami-ro-900/>
272. Портативный радар (стеновизор) для оперативного обнаружения объектов за стенами РО-900. Сайт Информационного агентства «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72330/>
273. Радар-обнаружитель РО-400 2D. Сайт производителя ООО «Логические системы». [Электронный ресурс]. URL: <http://logsys.ru/radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/>
274. Радар-обнаружитель РО-400 2D. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1837/72332/>
275. Радар-обнаружитель РО-400 2D. Сайт «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.t-ss.ru/dvuhkanalnyj-radar-obnaruzhitel-ro-400-2d/>
276. Радиолокатор для обнаружения людей за стенами «Данник-5». Сайт производителя ФГУП СКБ ИПЭ РАН [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sdbireras.ru/produkcziya/blizhnyaya-radiolokacziya/radiolokator-dlya-obnaruzheniya-lyudej-za-stenami-dannik-5>

277. Радиолокатор для обнаружения людей за стенами «Данник-5». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6137&tbl=02.03.03.&p=1>
278. Физические основы георадиолокационного метода. Сайт производителя ООО «Логические системы». [Электронный ресурс]. URL: <http://logsys.ru/georadar-osnovy-metoda/>
279. Георадар «Око-3». Сайт производителя ООО «Логические системы». [Электронный ресурс]. URL: <http://logsys.ru/georadar-ok-3/>
280. Георадар «Око-3». Сайт НПЦ «Геотех». [Электронный ресурс]. URL: https://www.geotech.ru/georadar_oko3/
281. Мобильный робототехнический комплекс МРК-15 (модернизированный). Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. [Электронный ресурс]. URL: <http://sktbpr.ru/robot/mrk-15-modernizirovannyu>
282. Мобильный робототехнический комплекс МРК-15 (модернизированный). Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/96248/>
283. Мобильный робототехнический комплекс «Варан». Сайт Научно-исследовательского института специального машиностроения НУК СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана. [Электронный ресурс]. URL: <http://niism.bmstu.ru/otdelyi-nii-sm/sm4-6/mrk-«varan»>
284. Мобильный робототехнический комплекс «Варан». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2959&tbl=02.01.02.02>
285. Мобильный робототехнический комплекс «Варан». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/107069/>
286. МРК «Варан» с портативной рентгенотелевизионной установкой «Шелест». Сайт производителя ООО «Авконт». Сайт производителя ООО «Авконт». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avcont.ru/Compl2.html>
287. МРК «Варан» с портативной рентгенотелевизионной установкой «Шелест». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5990&tbl=03.01.02>
288. Мобильный робототехнический комплекс МРК-100 «Паук». Сайт производителя Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники. [Электронный ресурс]. URL: <http://sktbpr.ru/robot/mrk-100-pauk>
289. Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМ3». Сайт производителя Научно-Исследовательского Института Научно-Учебного Комплекса Специального Машиностроения (НИИ НУК СМ) МГТУ им. Н.Э. Баумана. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niism.bmstu.ru/otdelyi-nii-sm/sm4-6/mrk-%C2%ABtm3%C2%BB>
290. Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМ3». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2957&tbl=02.01.02.02>
291. Мобильный робототехнический комплекс «Вездеход ТМ3». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1295/67543/>
292. Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/845/68477/>
293. Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс сверхлегкого класса «Вездеход-ТМ5». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3521&tbl=02.01.02.02>
294. Беспроводное досмотровое устройство «Сфера». Сайт производителя АО «СЕТ-1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.set-1.ru/products/dosmotrovoe-oborudovanie/sfera/>

295. Анатолий Черкашин. Боевая робототехника на службе в войсках. Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/boevaya-robototekhnika-na-sluzhbe-v-voyskakh/>
296. Сайт Министерства обороны Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://archive.mil.ru/archival_service/central/resources/collection/gallery.htm?id=37464@cmsPhotoGallery
297. Применение робототехнического комплекса «Скарабей» с беспроводным досмотровым устройством «Сфера» для разминирования бункера на заводе Ильича в Мариуполе. Телеграмм— канал «Воин DV». [Электронный ресурс]. URL: https://t.me/voin_dv/1242
298. Малогабаритный забрасываемый робот «Юла-2». Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). [Электронный ресурс]. URL: <https://rtc.ru/solution/yula-2/>
299. Змеевидный робот «Змеелок-3М». Сайт производителя Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). [Электронный ресурс]. URL: <https://rtc.ru/solution/zmeelok-3m/>
300. Автономные охраняемые роботы «Трал Патруль». Сайт компании производителя ООО «СМП Роботикс». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.smprobotics.ru/produksiya/okhrannye-roboty-dlya-patrulirovaniya-territoriy/>
301. Автономные охраняемые роботы «Трал Патруль». Сайт компании «СМП Сервис». [Электронный ресурс]. URL: <https://securityrobot.ru/produksiya/>
302. Автономные охраняемые роботы «Трал Патруль». Сайт компании «СМП Сервис». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru52/#about>
303. Робот тепловизионного видеонаблюдения «Трал Патруль 5.3». Сайт компании «СМП Сервис». [Электронный ресурс]. URL: <https://securityrobot.ru/produksiya/teplovizor-robot-ohrannik/>
304. Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат «Марлин-350». Сайт производителя АО «Тетис Про». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tetis-pro.ru/catalog/teleupravlyаемый-необитаемый-подводный-аппарат-marlin-350/>
305. Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат «Марлин-350». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1130/84346/>
306. Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат «Марлин-350». Сайт RoboTrends. [Электронный ресурс]. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/marlin-350>
307. Грищенко Н. Сверхскоростной надводный беспилотник представили на «Армии-2020» // Российская газета. 2020. 26 августа. Специальный проект «Русское оружие». [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2020/08/26/sverhskorostnoj-nadvodnyj-bespilotnik-predstavili-na-armii-2020.html>
308. Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330». Канал «Судострой». [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.ru/media/tgd/morskie-bespilotniki-nabiraiut-skorost-kiberboat-razgoniaetsia-do-60-uzlov-60e9c59b2fdb104b1ca66fe>
309. Надводный патрульный робототехнический комплекс «Кибербоат-330». Сайт «Сделано у нас». [Электронный ресурс]. URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/135181/>
310. Комплекс воздушной разведки с беспилотным летательным аппаратом большой продолжительности полета «Орион-Э». Сайт производителя компании Кронштадт. [Электронный ресурс]. URL: <https://kronshtadt.ru/products/bspilotnyj-kompleks-orion>
311. Ударно-разведывательный беспилотный летательный аппарат «Сириус». Сайт Википедии. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сириус_\(БПЛА\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сириус_(БПЛА))
312. РИА Новости. Серийные поставки ударных дронов «Сириус» в войска начнутся в 2023 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20220127/drony-1769872189.html>
313. Беспилотный летательный комплекс безаэродромного базирования ZALA 421-16E5G HD. Сайт компании ZALA AERO GROUP. [Электронный ресурс]. URL: <https://zala-aero.com/production/bvs/zala-421-16e5g-hd/>

314. Комплекс контроля прилегающей территории на основе беспилотного летательного аппарата «Скайрон СО». Сайт компании «Стилсофт». [Электронный ресурс]. URL: <https://stilsoft.ru/products/skyron-p2>
315. Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс». Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.smprobotics.ru/applications/bespilotnyy-kompleks/>
316. Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс». Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». Дополнительные материалы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.smprobotics.ru/upload/medialibrary/7e4/bespilotnyy-kompleks.pdf>
317. Мобильный роботизированный комплекс наземно-воздушного наблюдения «Макс». Сайт производителя ООО «СМП Роботикс». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.smprobotics.ru/pr-i-media/bespilotniy-kompleks/>
318. Привязной БПЛА «Elistair Orion» (Орион). Сайт ООО «ГИТ СИСТЕМС». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.karneev.com/product/privyaznye-bpla/orion-orion/>
319. Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза». Сайт производителя компании STT GROUP. [Электронный ресурс]. URL: <http://detektor.ru/prod/self/drone/strekoza/>
320. Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1864/105258/>
321. Комплекс дистанционного обнаружения самодельных взрывных устройств на беспилотном летательном аппарате «Стрекоза». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/strekoza/>
322. Барановский А. В Госдуме рассмотрели вопросы воздухоплавания. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aex.ru/docs/3/2014/3/19/1999/>
323. Сайт НПО «РосАэроСистемы». [Электронный ресурс]. URL: <http://rosaerosystems.ru/airships/>
324. Круглов А. Боевой пузырь. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sovsekretno.ru/articles/boevoy-puzyr/>
325. Видимое излучение. Сайт Wikipedia. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Видимое_излучение
326. Бинокли широкоугольные БШ2 8Х40, БШ2 20Х50. Сайт производителя ОАО «Загорский оптико-механический завод». [Электронный ресурс]. URL: http://zomz.ru/production/catalog/?SECTION_ID=36
327. Бинокли со стабилизацией изображения БКС 20Х50М, БКС 25Х55. Сайт производителя ОАО «Загорский оптико-механический завод». [Электронный ресурс]. URL: http://zomz.ru/production/catalog/?SECTION_ID=36
328. Видеокамера Sony PXW-FX9T. Профессиональные продукты Sony. [Электронный ресурс]. URL: https://pro.sony/ru_RU/products/handheld-camcorders/pxw-fx9
329. Видеокамера Sony PXW-FX9T. Профессиональные продукты Sony. [Электронный ресурс]. URL: https://pro.sony/ru_RU/products/camera-adaptors/xdca-fx9
330. Спектры электромагнитного излучения видимого и инфракрасного диапазонов. [Электронный ресурс]. URL: <https://msmetall.ru/metall Obrabotka/chto-izmeryaet-teplovizor.html>
331. Инфракрасное излучение. Материал из Википедии. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Инфракрасное_излучение#cite_note-Byrnes-6
332. Графики, отражающие зависимость уровня чувствительности человеческого глаза от спектрального диапазона. Сайт АО «Дедал-НВ» [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf>
333. Элементы конструкции прибора ночного видения. Сайт компании «ALLAMMO». [Электронный ресурс]. URL: <https://allammo.ru/blog/pokoleniya-priborov-nochnogo-videniya/>

334. Поколения приборов ночного видения. Сайт АО «Дедал-НВ» [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf>
335. Поколения приборов ночного видения. Сайт компании «ALLAMMO». [Электронный ресурс]. URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videnija/>
336. Поколения приборов ночного видения. Материал из Википедии. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Прибор_ночного_видения
337. Структура электронно-оптического преобразователя с микроканальной пластиной. Сайт АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf>
338. Сравнительный график интегральной чувствительности ЭОП поколения III и II+ в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Сайт АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf>
339. Монокуляр ночного видения ПН21К. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». [Электронный ресурс]. URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-21k/
340. Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw. Сайт производителя АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dedal-370-dk3-bw/>
341. Многофункциональный монокуляр ночного видения Dedal-370-DK3/bw. Руководство по эксплуатации прибора ночного видения «Dedal-370». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/6da/6da171249a4afe57f9fad09741a65578.pdf>
342. Прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». [Электронный ресурс]. URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn-14k/
343. Прибор ночного видения псевдобинокулярный ПН-14К. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПН-14К. [Электронный ресурс]. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН14К.pdf>
344. Целеуказатель лазерный ночной ЦЛН-1К. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». [Электронный ресурс]. URL: <https://npzoptics.ru/catalog/celeukazateli/cln-1k/>
345. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f. Сайт производителя АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/night-vision/night-vision-observation-devices/dvs-8-dk3-f/>
346. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f. Очки ночного видения DVS-8-DK3/f. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/32e/32e3d9994ad6dec7d31f57e406c2d9d0.pdf>
347. Бинокль ночного видения ПН11КМ. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». [Электронный ресурс]. URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pn11km/
348. Бинокль ночного видения ПН11КМ. Бинокль ночного видения ПН11КМ. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПН-11КМ.pdf>
349. Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». [Электронный ресурс]. URL: https://npzoptics.ru/catalog/nochnaya_optika/pdn-km/
350. Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ. Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». Руководство по эксплуатации ПДН-К, ПДН-КМ. [Электронный ресурс]. URL: <https://npzoptics.ru/files/ПДН-К%20-КМ.pdf>
351. Прибор дальнего наблюдения ПДН-КМ. Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/pdn-km/>

352. Электронно-оптический преобразователь ЭП30ГА (У). Сайт производителя АО «Новосибирский приборостроительный завод». [Электронный ресурс]. URL: https://npzoptics.ru/catalog/eop/ep30ga_u/
353. Спектральные окна прозрачности атмосферы в NIR, SWIR, MWIR и LWIR поддиапазонах инфракрасного диапазона. Сайт АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf>
354. Ключевые компоненты тепловизора. Сайт компании DNS. [Электронный ресурс]. URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-342-izmeritelnyie-priboryi/42744-pochemu-teplovizoryi-tak-dorogo-stoyat>
355. Функциональные особенности тепловизионных систем компании АО «Дедал-НВ». Сайт АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/a2e/a2e19f3c20b4ef111ccf5137e60dd1a8.pdf>
356. Тепловизионные поисковые системы. Сайт НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы.html>
357. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester». Сайт производителя АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/forester/>
358. Тепловизионный монокуляр/насадка «Forester». Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного прибора «Forester». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/aeb/aeb9423be7b1129bd8f8f7a44685a94a.pdf>
359. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-см-4-detail.html>
360. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Средства визуального досмотра, поиска и наблюдения производства ООО «НПЦ «Спектр-АТ» // Международная научно-практическая конференция «Специальная поисково-досмотровая техника» : сборник докладов / под общ. ред.: Н.С. Маричева, П.И. Павлова. — Москва, 2016. — 148 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-edition.ru/katalog/spets-dosmotr/spets-dosmotr-16/files/assets/basic-html/page18.html>
361. Прибор тепловизионный «КАТРАН-М». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/прибор-тепловизионный-катран-м-detail.html>
362. Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС». Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИК-ЛОН». [Электронный ресурс]. URL: <https://cyclone.su/products/portativnye-teplovizory/47--sych-3>
363. Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС». Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИК-ЛОН». Описание портативного тепловизора «СЫЧ-3 ПС». [Электронный ресурс]. URL: https://cyclone.su/upload/iblock/e06/such_3pc.pdf
364. Портативный тепловизор «СЫЧ-3 ПС». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: [https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/sych-3e-/](https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/sych-3e/)
365. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-2м-detail.html>
366. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88549/>
367. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-3б-detail.html>
368. Носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/88552/>
369. Тепловизионный бинокль для обнаружения и распознавания цели на максимальных дистанциях Tracker-T4.642. Сайт производителя АО «Дедал-НВ». [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/catalog/thermal-imaging/thermal-imaging-observation-devices/tracker-t4-642/>

370. Тепловизионный бинокль для обнаружения и распознавания цели на максимальных дистанциях Tracker-T4.642. Сайт производителя АО «Дедал-НВ». Руководство по эксплуатации тепловизионного бинокля Tracker-T4.642. [Электронный ресурс]. URL: <https://dedalnvoptics.com/upload/iblock/87c/87cec9e68a91b66ffaa208c300d85681.pdf>
371. Стационарные тепловизионные системы наблюдения серии «ТСН». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные/тепловизионные-системы-наблюдения-серии-tch-detail.html>
372. Стационарные тепловизионные системы наблюдения серии «ТСН». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tehnika.html>
373. Стационарный охранный тепловизор «Титан». Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». [Электронный ресурс]. URL: https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/statsionarnye/Teplovizor_Titan.htm
374. Двухканальный атермальный прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС». Сайт производителя АО «ЦНИИ «ЦИКЛОН». [Электронный ресурс]. URL: <https://cyclone.su/products/statsionarnye-sistemy-nablyudeniya/87--dvukhkanalnyy-pribor-nablyudeniya-i-razvedki-neyasyt>
375. Двухканальный атермальный прибор наблюдения и разведки «Неясыть-ПС». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/mobilnye-sredstva/neyasyt-ps/>
376. Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/носимая-тепловизионная-камера-катран-4-detail.html>
377. Тепловизионный прибор разведки «КАТРАН-4». Канал «Новости промышленности». [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YSX8l0HCcjJaNwh2>
378. Портативный многоканальный прибор разведки «СПРУТ-3». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-obnaruzheniya-vzryvchatykh-veshchestv/sprut-3pm/>
379. Портативный многоканальный прибор разведки «СПРУТ-3». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tehnika.html>
380. Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/носимые/поисково-досмотровый-прибор-спрут-2-detail.html>
381. Портативный двухканальный поисково-досмотровый прибор «СПРУТ-2». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/dokumentatsiya/prospekty/category/5-teplovizionnaya-tehnika.html>
382. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5». Сайт производителя компании «Фарвижн». [Электронный ресурс]. URL: https://farvision.n4.biz/products/-/products/item_details/14682752_Тепловизионный-ночной-комплекс-ТНК-5
383. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5». Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6945&tbl=10.02.02>
384. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5». Сайт ИА «Оружие России». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1536/60517/>
385. Портативный комбинированный тепловизионно-ночной наблюдательный прибор «ТНК-5». Сайт компании LumenHouse. [Электронный ресурс]. URL: https://lumenhouse.ru/catalog/nv_and_irt/thermal_imaging_night_complex_of_tnk_5/

386. Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С». Сайт НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/аппаратура-наблюдения-и-контроля/быстроразвертываемый-мобильный-комплект-охранного-наблюдения-спектр-с-detail.html>

387. Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «СПЕКТР-С». Сайт НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные.html>

388. Тепловизионные системы наблюдения серии «ОМАР». Сайт производителя НПЦ «Спектр-АТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spektr-at.ru/catalogue/тепловизионные-поисковые-системы/стационарные/тепловизионные-системы-наблюдения-серии-tch-10-detail.html>

389. Многоканальный мультиспектральный комплекс наблюдения и разведки «Пластун». Канал «Новости промышленности». [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YSX8l0HCcjJaNwh2>

390. Тепловизионный комплекс охраны особо важных объектов РТР-900М. Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/povorotnye/rtr-900m.htm>

391. Модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ». Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/products>

392. Модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ». Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/>

393. Модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ». Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf

394. Трехмерный радар с полным купольным покрытием DR-500. Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/dr-500>

395. Радар наземного наблюдения GR-800. Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/gr-800>

396. Камера на опорно-поворотном устройстве DV-EYE. Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/camera>

397. Контроллер с искусственным интеллектом «Core-IQ». Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/core-iq>

398. Программное обеспечение «Radar-IQ Manager». Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/po>

399. Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/>

400. Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/orwell-2k.php>

401. Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell_2k.pdf

402. Интегрированная модульная платформа мультиспектрального наблюдения с компьютерным зрением «Orwell 2k». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/programmnie-reshenia/orwell-2k/>

403. Тепловизионный локатор кругового обзора «Филин». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/filin.php>

404. Тепловизионный локатор кругового обзора «Филин». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/filin.pdf>

405. Тепловизионный локатор кругового обзора «Филин». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/filin/>

406. Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php>

407. Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/orwell-r.pdf>

408. Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/orwell-r/>

409. Радиолокационная система обнаружения и сопровождения воздушных целей «Енот». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/rls/racoon.php>

410. Радиолокационная система обнаружения и сопровождения воздушных целей «Енот». Сайт производителя АО «ЭЛВИС-НеоТек». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elveesneotek.ru/products/pdf/racoon.pdf>

411. Радиолокационная система обнаружения и сопровождения воздушных целей «Енот». Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/kontrolno-razvedyvatelnoe-oborudovanie/enot/>

412. Руководство пользователя коммутаторов Cisco Catalyst 6500. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_ru/documentation/Catalyst6500-install_ru.pdf

413. Оборудование синхронного мультиплексирования комбинированное — ОСМ-КМ. Сайт ОАО «СУПЕРТЕЛ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.supertel.ru/osm-km>

Для заметок

Учебное издание

Соколов Виктор Михайлович,
кандидат технических наук;
Кежов Александр Александрович,
кандидат педагогических наук;
Грачёв Юрий Александрович,
кандидат педагогических наук, доцент

**СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА
ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ**

Учебник

Часть 2

Редактор *Шереметьева Т. Л.*
Компьютерная верстка *Душкова А. Ю.*
Дизайн обложки *Шеряй А. Н.*

ISBN 978-5-91837-770-3



EDN FCTMXD



Подписано в печать 31.10.2023. Формат 60x84 ¹/₁₆
Печать цифровая. Объем 34,0 п. л. Тираж 100 экз. Заказ № 69/23

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