

Построение многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы охраны периметра «Radar-IQ»

Соколов Виктор Михайлович

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Специальной и автомобильной техники Санкт-Петербургского университета МВД России, г. Санкт-Петербург, Россия, compas-tfc@mail.ru

Кежов Александр Александрович

кандидат педагогических наук, доцент кафедры Оперативно-розыскной деятельности в ОВД Санкт-Петербургского университета МВД России, г. Санкт-Петербург, Россия, compas-tfc@mail.ru

Нишанбаев Жанибек Тултебаевич

кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры Специальной и автомобильной техники Санкт-Петербургского университета МВД России, г. Санкт-Петербург, Россия, 89602838077@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение: появление современных технических средств, позволяющих осуществить многовекторную атаку на объекты органов внутренних дел, требует совершенствования системы охраны данных объектов. Анализ известных источников показал, что в настоящее время система охраны объекта рассматривается сквозь призму классической охранно-пожарной сигнализации, совмещенной с физическими преградами, системами видеонаблюдения, оповещения и системой контроля и управления доступом. Подобные системы не способны своевременно обнаружить и нейтрализовать воздушные, наземные/надводные и подземные угрозы. **Цель исследования:** разработка предложений по построению системы охраны объекта органов внутренних дел, способной обнаружить и нейтрализовать воздушную, наземную/надводную и подземную угрозы с применением радиолокационных, тепловизионных, многоспектральных и других технических средств, связанных в единую систему мультиспектральным контроллером с искусственным интеллектом. **Результаты:** разработаны рекомендации по построению двухрубежной многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы «Radar-IQ» в состав которой входят активные радары, обеспечивающие радиолокационный канал наблюдения, система мультиспектральной аналитики изображений, мультиспектральный вычислительный контроллер с искусственным интеллектом, являющийся связующим звеном для всех компонентов системы охраны, а также средства подавления беспилотных летательных аппаратов. В качестве первого рубежа используется система «Radar-IQ» в сочетании с техническими средствами, обеспечивающими обнаружение подводных и подземных угроз. Второй рубеж предлагается построить на основе многофункциональных комплексов с увеличенной дальностью действия, таких как комплекс противодействия беспилотным летательным комплексам «Сапсан-Бекас» и мультисенсорная охранная система РТР-900М. **Практическая значимость:** представленное решение может быть использовано в качестве концептуальной основы при проектировании многосферной мультиспектральной системы охраны объекта органов внутренних дел в регионах с высоким уровнем террористической угрозы. **Обсуждение:** предложенная многосферная мультиспектральная система охраны объектов органов внутренних дел может быть усилена за счет применения автономных роботизированных комплексов наземного и воздушного базирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Министерство внутренних дел Российской Федерации; органы внутренних дел; мультиспектральная система охраны; модульная многосферная система охраны; система «Radar-IQ».

Введение

Современные технические средства позволяют осуществить многовекторное мультимуровневое нападение как на объекты критической инфраструктуры государства, так и на объекты силовых структур. Одной из самых серьезных современных угроз для системы охраны объекта являются многофункциональные беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Прогресс в области беспилотных летательных аппаратов привел, в свою очередь, к интенсификации разработки надводных и подводных беспилотных технических средств, применение которых дополняет возможности БПЛА при проведении атаки на объект.

Ярчайшим примером подобного комплексного мультивекторного нападения является атака с применением беспилотных летательных аппаратов и подводных беспилотных аппаратов на корабли Черноморского флота в Севастопольской бухте 29 октября 2022 года¹. Украинские военные моряки-водолазы, которые управляли беспилотными подводными аппаратами при нападении на корабли в Севастопольской бухте 29 сентября, были подготовлены британскими инструкторами еще в сентябре 2020 года.

Для защиты объектов органов внутренних дел (ОВД) необходимо использовать комплексные системы охраны, наиболее полно учитывающие современные и перспективные угрозы, которые могут исходить не только из воздушной, наземной или надводной, но и из подводной или подземной сферы. Одним из примеров существующей комплексной системы охраны является модульная мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ»^{2,3,4}.

Степень разработанности темы

В настоящее время синтез многосферной мультиспектральной модульной системы охраны объекта является достаточно малоисследованной задачей. В большинстве современных источников система охраны объекта рассматривается сквозь призму классической охранной сигнализации, иногда совмещенной с другими системами.

В зависимости от категории охраняемого объекта и степени потенциальной опасности классическая система охраны объекта включает от одного до трех периметров охраны, в состав которых могут входить физические преграды (заборы, ограждения и колючая проволока), системы охранной сигнализации (системы пультовой охраны), построенные на основе установленных вдоль защищаемого периметра охранных датчиков (периметровых средств обнаружения), регистрирующих проникновение нарушителя на объект, системы оповещения и системы видеонаблюдения [1-6].

Дополнительно система сигнализации (пультовой охраны) может быть объединена с системой пожарной сигнализации в рамках единой системы охранно-пожарной сигнализации, которая в свою очередь может быть интегрирована с инженерными системами объекта, а также системой оповещения, пожаротушения и дымоудаления объекта [2,3,7].

Система сигнализации (система пультовой охраны) состоит, как правило, из приемно-контрольного прибора и датчиков контроля охраняемого объекта. Для построения систем сигнализации (систем пультовой охраны) могут быть использованы магнитоконтактные дат-

¹ И. Пламенев. МИД обвинил Британию в передаче Киеву подводных беспилотников. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/politics/03/11/2022/6363ab299a79472faecf9a0>

² Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/products>

³ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/>

⁴ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf

чики, акустические датчики разбития стекла, вибрационные датчики, инфракрасные системы, шлейфы, волоконно-оптические датчики, датчики движения, а также радиоволновые, радиолучевые, ультразвуковые, микроволновые, емкостные и другие датчики [1-3,8].

Для охраны протяжённых объектов могут использоваться проводно-радиоволновые системы, представляющие собой два расположенных по охраняемому периметру параллельных фидера [2,3]. Также для охраны протяженных участков контролируемых объектов могут использоваться сейсмоакустические технические средства охраны на основе волоконно-оптических кабелей, к преимуществам которых могут быть отнесены пассивный принцип действия, нечувствительность к электрическим и электромагнитным помехам, а также высокая скорость передачи данных. Высокая чувствительность к внешним воздействиям предложенной в работе [9] интерферометрической измерительной схемы позволяет фиксировать интерферометрическим чувствительным элементом как сильные сейсмические поля от объектов обнаружения, так и слабые микросейсм, возникающие в том числе от внешних акустических полей.

Дальнейшим развитием классических систем охранной сигнализации стало применение Единого специализированного объектового протокола (ЕСОП), предназначенного для повышения информативности двустороннего обмена данными между объектовыми техническими средствами охраны и пультом централизованной охраны [10,11].

Еще одним направлением совершенствования систем охранной сигнализации стало использование комбинации каналов с различными физическими способами обнаружения нарушителя и с не коррелированной реакцией на различные помеховые факторы [4].

В качестве примера современной системы охранной сигнализации нового поколения можно привести комплекс охранной комбинированно-совмещенный «Чайка», который был разработан и запущен в серийное производство в 2019 году компанией «Юмирс» и ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии. Отличительной особенностью построения комплекса «Чайка» является применение радиоволнового, сейсмического, вибрационного высокочастотного и вибрационного низкочастотного каналов обнаружения с возможностью передачи тревожных извещений с использованием современных цифровых технологий на базе единого специализированного объектового протокола (ЕСОП). Сейсмический чувствительный элемент комплекса «Чайка» устанавливается в грунт на глубину 0,4 метра под ограждением. В комплексе также предусмотрена интеграция дополнительного оборудования, такого как видеочамера, прожектор и другие устройства [4].

Ключевым недостатком классической системы охраны объекта, построенной на основе изолированных подсистем, является возможность обнаружения нарушителя либо непосредственно перед ограждением (в лучшем случае), либо при преодолении ограждения: «Оптимальным моментом обнаружения нарушителя периметровыми средствами обнаружения (ПСО) должна быть стадия преодоления ограждения, ...» [4].

Конечно же, использование в классических системах охраны объекта видеокамер позволяет, при определенных условиях, обнаружить нарушителя на достаточно большом расстоянии. Однако, с учетом человеческого фактора, а также в условиях недостаточной видимости или в неблагоприятных погодных условиях, вероятность обнаружения нарушителя может стремиться к нулю. Для гарантированного обнаружения нарушителя в любых условиях система охраны объекта должна быть оборудована многоспектральными системами

наблюдения с аналитическими функциями. Отчасти данная проблема решена в современных комплексных системах безопасности объекта [7,12-14].

В составе комплексной или интегрированной системы безопасности объекта, также принято выделять несколько рубежей охраны, в рамках которых охранная сигнализация интегрирована с системами видеонаблюдения и оповещения. Однако, в отличие от классической системы охраны, оборудование основных элементов системы, таких как охранно-пожарная сигнализация, система видеонаблюдения (система охранного телевидения), система оповещения, система сбора и обработки информации, а также система контроля и управления доступом, реализовано на базе программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих автоматическое комплексное взаимодействие всех систем. Кроме того, для современной интегрированной системы безопасности объекта характерно использование системы видеонаблюдения и системы контроля и управления доступом, обладающих высокой производительностью и расширенным функционалом. Благодаря использованию инфракрасной подсветки, Pan-Tilt-Zoom (PTZ) видеокамеры системы видеонаблюдения способны обеспечить ведение наблюдения в условиях недостаточной освещенности, а система видеоаналитики с модулями распознавания лиц и автомобильных номеров, обладающая большим количеством функций работы с видеoinформацией, позволяет обеспечить регистрацию, идентификацию и/или аутентификацию человека или транспортного средства. В системе контроля и управления доступом задача идентификации объекта, наряду с классическими способами, решается путем использования биометрических параметров человека (идентификаторов) [7,12-14].

Отметим, что система контроля и управления доступом, предназначенная для определения появления человека на охраняемом объекте и его позиционирования в помещении, может быть построена в том числе на базе оборудования для организации беспроводных сетей, а именно на базе программно-аппаратного комплекса, включающего Wi-Fi роутеры. Система обеспечивает обнаружение и позиционирование человека как с устройством, оснащенным Wi-Fi модулем, так и без него [15].

Дальнейшим направлением развития системы видеонаблюдения стало создание мультиспектральных систем наблюдения. Мультиспектральные системы наблюдения с каналом видимого диапазона и тепловизионным каналом, в отличие от одноканальных систем видимого диапазона, имеют меньшее энергопотребление за счет отказа от использования инфракрасной подсветки, а также обеспечивают большую вероятность обнаружения нарушителя по тепловому контрасту и, тем самым, меньшую зависимость от погодных условий. Кроме того, реализация функции видеоаналитики путем интеграции вычислителя с нейросетью в мультиспектральную систему наблюдения позволяет снизить серверные мощности, необходимые для построения системы наблюдения с централизованной видеоаналитикой [14].

Примером современной мультиспектральной системы наблюдения со встроенной видеоаналитикой могут служить мультиспектральный комплекс защиты протяженных объектов и транспортной инфраструктуры «Астрон-3А» и гиросtabilизированный трехспектральный оптико-электронный комплекс мобильного базирования «Астрон-4К» производства ОКБ «Астрон». Комплекс «Астрон-3А» является мультиспектральной видеокамерой для защиты объектов железнодорожной инфраструктуры со встроенной функцией интеллектуального анализа и обработки изображения (видеоаналитики). «Астрон-3А» содержит тепловизионный и телевизионный каналы с дальностью видения и распознавания до 1000 метров. Применение в камерах видимого диапазона низкоуровневых сенсоров позволяет ис-

пользовать оптический канал в условиях недостаточной освещенности. Комплекс «Астрон-4К» наряду с телевизионным и тепловизионным каналами обладает активно-импульсным каналом и дальномером [5].

Еще одним вариантом мультиспектральной системы наблюдения является панорамная видеокамера, работающая в ближнем (NIR) и длинноволновом (LWIR) поддиапазонах инфракрасного диапазона. Данная камера способна представлять как два различных канальных изображения, так и комплексное двухканальное изображение. Оптическая система двухспектральной видеокамеры, предложенной в статье [16], представляет собой объектив типа «рыбий глаз» с общей для двух каналов телескопической системой Галилея и двумя разделенными каналами с фокусирующими объективами и матричными приемниками излучения. Телескопическая система, общая для двух каналов, выполнена из селенида цинка ZnSe, обладающего широким диапазоном пропускания от 0,6 до 14 мкм [16].

Предвестником современных систем охраны с искусственным интеллектом стали адаптивные подходы к управлению охраной объекта, целью которых является самоорганизации охраны в изменяющихся условиях. В одном из вариантов реализации данного подхода адаптивные модели механизма обеспечения безопасности объекта охраны включают процедуры планирования и стимулирования, основанные на алгоритмах адаптивного прогнозирования, а также процедуры обучения [17].

В другом варианте реализации адаптивного подхода к организации охраны объекта предложен методический подход группового управления наземными и воздушными робототехническими комплексами охраны и обороны критически важных объектов, основанный на итерационной многоуровневой процедуре адаптивного группового управления робототехническими комплексами. На централизованном уровне используются типовые алгоритмы математического программирования на основе метода неопределенных множителей Лагранжа или максимального элемента, а на децентрализованном уровне — механизмы, основанные на использовании теории мультиагентных систем [18].

Таким образом, исходя из анализа, проведенного выше, можно утверждать, что ни в одном из рассмотренных выше источников не исследуется комплексная многосферная мультиспектральная система охраны объектов, в состав которой входят активные твердотельные радары, обеспечивающие радиолокационный канал наблюдения, комплексные системы аналитики изображений, полученных по различным спектральным каналам, мультиспектральный вычислительный контроллер с искусственным интеллектом, являющийся основным связующим звеном для всех компонентов модульной мультиспектральной системы охраны, а также технические средства подавления беспилотных летательных аппаратов. Кроме того, в данных источниках не рассматриваются технические средства, позволяющие зафиксировать проникновение на охраняемый объект под водой и под землей. Также, можно отметить, что статья [18] является единственным источником, в котором предложено использование робототехнических комплексов, к сожалению, без указания конкретной модели.

Единственной доступной в настоящее время статьей, в которой рассматривается построение многосферной мультиспектральной системы, обладающей перечисленными выше характеристиками, является статья «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19]. Авторы данной статьи также предлагают использовать мультиспектральную систему охраны периметра «Radar-IQ» для охраны

объектов, но, по нашему мнению, подход, предложенный в статье [19], основан на недостаточно глубоком анализе данной системы.

Во-первых, одновременно с предложением по внедрению мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ» авторы резко и, на наш взгляд, крайне необоснованно критикуют не только основные элементы системы охраны периметра «Radar-IQ», но и систему в целом.

Во-вторых, вызывает сомнения обоснованность выбора дополнительных модулей, которые, по мнению авторов «...позволят исключить угрозу проникновения под водой и возможного проникновения по тоннелям» [19].

На наш взгляд в качестве базового элемента многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел может быть использована существующая, не требующая доработок, мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ». Вариант построения подобной многосферной мультиспектральной системы будет предложен ниже.

Отметим, что синтез многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на основе мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ» будет проведен параллельно с анализом общедоступной информации производителя системы «Radar-IQ» и анализом системы, предложенной в статье «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19].

В рамках данной статьи подробному анализу будут подвергнуты основные технические аспекты применения мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ», изложенные в статье «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19], где, на наш взгляд, утверждение «Существующие системы охраны морально устарели и неспособны выполнять требования по обеспечению безопасности охраняемых объектов» [19] не совсем верно, носит поверхностный характер, без подробного анализа тактико-технических характеристик данного технического изделия.

Система «Radar-IQ» как базовая компонента многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел

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, которые действуют, как единый организм под управлением вычислительного контроллера с искусственным интеллектом. Подобный подход гарантирует оптическое подтверждение детектированной угрозы на основе анализа нейросетевыми алгоритмами видео и тепловизионного изображения.

Радарные детекторы DR-500 и GR-800 системы «Radar-IQ»

В состав модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ» входит модуль «Radar» который может включать два типа радаров - трехмерный радар с полным купольным покрытием DR-500⁵ и радар наземного наблюдения GR-800⁶.

⁵ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/dr-500>

⁶ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/gr-800>

В статье «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19] авторы выделяют следующие недостатки радара DR-500: «К недостаткам данного радара можно отнести низкую помехоустойчивость и живучесть, производительность и максимальное сопровождение одновременно большого количества воздушных целей (нарушителей), разведзащищенность и отсутствие автономности электроснабжения» [19].

Радар GR-800, как и DR-500, не избежал суровой критики: «Так же как у воздушного радара у наземного радара есть недостатки. К таким недостаткам следует отнести низкую помехоустойчивость и живучесть, производительность и максимальное сопровождение одновременно большого количества целей (нарушителей), разведзащищенность и отсутствие автономности электроснабжения. Кроме того данный радар неспособен обнаружить цель (нарушителя) при его перемещении под водой и в тоннеле» [19].

Возникает впечатление, что авторы недостаточно подробно изучили информацию производителя и провели поверхностный анализ. На сайте производителя доступна следующая информация. Радары модульной мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ» имеют следующие преимущества и технологические решения, отличающие их от других технических средств радиолокации^{7,8}:

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 часов бесперебойной работы.

2. 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.

3. Высокая скорость «сканирования»

Радарные детекторы DR-500 и GR-800 системы «Radar-IQ» построены на основе твердотельной технологии, которая позволяет сканировать пространство с частотой до 35000 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. Время обнаружения цели в 2 секунды необходимо для реализации оригинальной траекторной аналитики, которая позволяет отфильтровать «ложные» цели, например деревья и кустарники на ветру. Таким объектам присваивается класс «дерево», и их можно отключить для отображения на экране оператора.

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 радаров.

⁷ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/products>

⁸ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/>

В зависимости от условий функционирования и степени угрозы в системе «Radar-IQ» можно выбрать один из 4-х уровней чувствительности. Чем выше чувствительность, тем быстрее детектируется цель, но вместе с тем повышается вероятность детектирования ложной цели.

6. 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.

По нашему мнению, приведенный выше список преимуществ и технологических решений радаров модульной мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ» позволяет нам подвергнуть сомнению выводы, сделанные авторами статьи «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19].

Такие недостатки, как низкая помехоустойчивость, живучесть и производительность, являющиеся по мнению авторов статьи [19] общими для радаров DR-500 и GR-800, опровергаются информацией, указанной в пункте 4 «Автоматическая адаптивная настройка порога срабатывания» и пункте 2 «Встроенная радиолокационная аналитика» (для низкой помехоустойчивости), пункте 1 «Бескинематическая твердотельная конструкция» и пункте 6 «Минимальное влияние осадков на обнаружение цели» (для низкой живучести/надежности), а также пункте 3 «Высокая скорость «сканирования» и пункте 5 «Траекторная чувствительность трековой аналитики радаров» (для низкой производительности).

Под параметром «максимальное сопровождение одновременно большого количества воздушных целей (нарушителей)», который по мнению авторов статьи [19] также является низким для радаров DR-500 и GR-800, понимается, по всей видимости, количество одновременно отслеживаемых целей. Однако, в соответствии с техническими характеристиками трехмерного радара с полным купольным покрытием DR-500^{9,10} и техническими характеристиками радара наземного наблюдения GR-800^{11,12} производителем заявлена возможность одновременного отслеживания 250 целей с минимальной эффективной площадью рассеивания цели, составляющей 0,01 м² на дальности до 700 метров (для радара DR-500) и до 250 целей с минимальной эффективной площадью рассеивания цели 0,25 м² на дальности до 1200 метров (для радара GR-800).

На наш взгляд, приведенные выше показатели свидетельствуют о способности радарных детекторов «Radar-IQ» одновременно сопровождать большое количество малоразмерных целей на достаточном расстоянии. Поскольку критерий, в соответствии с которым авторы статьи [19] посчитали возможность одновременного сопровождения до 250 целей недостаточной в данной статье не приведен, как, впрочем, и параметры радарных детекторов, провести анализ данного утверждения не представляется возможным.

Такой недостаток, как «...отсутствие автономности электроснабжения» [19], на наш взгляд, не обоснован. Во-первых, возникает вопрос, почему это является недостатком именно радарного детектора? Как минимум это дискуссионный вопрос. Во-вторых, совершенно

⁹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/dr-500>

¹⁰ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/dr-500/>

¹¹ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/gr-800>

¹² Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/gr-800/>

непонятно на основании каких данных авторы статьи «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов [19] решили, что объект не оборудован системой резервного электропитания.

В качестве специфического недостатка радара GR-800 авторы статьи [19] указывают то, что «...радар неспособен обнаружить цель (нарушителя) при его перемещении под водой и в тоннеле» [19]. Весьма нетривиальный недостаток, особенно с учетом того, что от радара GR-800 этого никто и не ожидал. Как правило, для отслеживания перемещения нарушителя в тоннеле вполне достаточно обычной видеокамеры, которая может быть легко интегрирована в систему «Radar-IQ».

Предложения по устранению недостатков радарных детекторов DR-500 и GR-800, выявленных авторами статьи «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19], по нашему мнению, также являются недостаточно обоснованными. По мнению авторов «Для того чтобы устранить вышеуказанные недостатки целесообразно в данную систему внедрить систему радиоподавления «Поле-21М» и организованное с ее помощью круглосуточное дежурство» [19].

Во-первых, система радиоподавления «Поле-21М»¹³ предназначенная для защиты объектов путем подавления аппаратуры привязки к глобальным спутниковым и радионавигационным системам, действует в радиусе 50 километров. Возникает вопрос, для чего необходимо дополнять систему «Radar-IQ», которая имеет максимальную дальность радиолокационного канала 1200 метров, системой радиоподавления с радиусом действия 50 километров? Как будет система принимать решение на подавление объекта, которого она не видит?

Во-вторых, как это поможет преодолеть «... низкую помехоустойчивость и живучесть, производительность и максимальное сопровождение одновременно большого количества воздушных целей (нарушителей), разведзащищенность и отсутствие автономности электропитания» [19]?

На наш взгляд, средства подавления БПЛА, интегрированные в систему «Radar-IQ», способны в достаточной мере обеспечить защиту объекта. В случае необходимости в системе «Radar-IQ» могут быть интегрированы как ручные комплексы специальных технических средств противодействия беспилотным воздушным судам, например комплекс «Гарпун-3»^{14,15}, так и многофункциональные комплексы, такие как многофункциональный комплекс противодействия беспилотным летательным комплексам «Сапсан-Бекас» [20] с подсистемой радиоподавления с дальностью действия от 3 км до 30 км.

Недостатки радарного детектора GR-800 авторы статьи [19] также предлагают устранить путем установки системы радиоподавления «Поле-21М» и резервных источников электропитания, с той лишь разницей, что, по их мнению «...возникает целесообразность добавить данную охранную систему магнитометрической системой «Нептун-1» и радаром подповерхностного зондирования «Око-3» которые позволят исключить угрозу проникновения под водой и возможного проникновения по тоннелям» [19].

¹³ Сайт Министерства Обороны РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12293552@egNews

¹⁴ Сайт компании-производителя «Информационные технологии и решения». [Электронный ресурс]. URL: <https://antidrone.itr.group>

¹⁵ К. Рябов Ручной комплекс противодействия БПЛА «Гарпун-3». «Военное обозрение». [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/188926-ruchnoj-kompleks-protivodejstvija-bpla-garpun-3.html>

Непонятно, каким образом радар подповерхностного зондирования «Око-3» позволит исключить «...угрозу возможного проникновения по тоннелям». Мы допускаем, что георадар «Око-3»^{16,17} с рупорным антенным блоком, разработанным специально для проведения скоростной георадарной съемки протяженных объектов может быть использован для определения попытки проникновения на охраняемый объект по подземному ходу, но не представляем как он способен детектировать проникновение по железнодорожному тоннелю, например «...проникновение на объекты по туннелям (железнодорожный тоннель на Байкало-Амурской магистрали) и т.п» [19].

Метод георадиолокации¹⁸ 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 2000 МГц от границ раздела поверхностей, на которых меняются электрические свойства среды.

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.

Однако, по нашему мнению, использование георадара «Око-3» является избыточной мерой поскольку попытки проникновения на объект по подземному ходу сопряжены с трудоемкими работами, которые достаточно сложно замаскировать за пределами города и осуществить в городской застройке. Проникновение по существующим тоннелям достаточно просто детектировать путем установки обычной видеокамеры. Тем не менее, мы считаем, что в случае угрозы проникновения по подземному ходу достаточно установить либо вибродатчики либо углубленные металлические штыри, соединенные с вибродатчиками, для обеспечения контроля периметра под землей.

Предложение «...добавить данную охранную систему магнитометрической системой «Нептун-1»...» [19] в целях исключения угрозы проникновения под водой также можно поставить под сомнение. По данным производителя, магнитометрическое средство обнаружения подводных пловцов, надводных и подводных плавсредств «Нептун» [21] может быть использовано для детектирования пересекающих охраняемый мелководный рубеж (до трех метров) вооруженных боевых пловцов и подводных диверсантов. Установка данного средства обнаружения в сочетании с наземным радаром GR-800 не имеет смысла, так как боевой пловец будет детектирован непосредственно перед выходом на поверхность, то есть практически в тот же момент, когда он станет целью для наземного радара.

Более эффективным средством противодействия несанкционированному вторжению на территорию объекта под водой является, по нашему мнению, гидроакустическое средство предупреждения «Амулет-П»¹⁹. Гидроакустическая станция предупреждения «Амулет-П», в

¹⁶ Сайт производителя Научно-производственного центра ГЕОТЕХ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.geotech.ru/georadar_oko3/

¹⁷ Инструкция по эксплуатации георадара ОКО-3. [Электронный ресурс]. URL: https://www.geotech.ru/images/georadary/teh_opisanie_na_oko3_ot_17-10-18.pdf

¹⁸ Сайт производителя ООО «Логические системы». [Электронный ресурс]. URL: <http://logsys.ru/georadar-osnovy-metoda/>

¹⁹ Сайт АО «Рособоронэкспорт». [Электронный ресурс]. URL: <https://roe.ru/catalog/sredstva-bezopasnosti/sredstva-okhrany-granits/amulet-p/>

отличие от полностью пассивного магнитометрического средства обнаружения «Нептун», обеспечивает не только голосовое предупреждение подводных пловцов о приближении к охраняемому объекту на дальности до 400 метров, но и увеличение интенсивности излучения акустического сигнала до болевого порога с уровнем гидроакустического давления 160 дБ.

Камера на опорно-поворотном устройстве DV-EYE.

В статье «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19] авторы ставят под сомнение эффективность модуля DV-EYE: «Существенным недостатком данной видеокамеры является отсутствие в конструктивном исполнении единого многофункционального составного устройства тепловизора и прибора ночного видения» [19].

Данное утверждение противоречит общедоступной информации производителя, согласно которой к основным преимуществам модуля DV-EYE относятся^{20,21,22}:

1. 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 градусов. Камера DV-EYE, независимо от модели установленного радарного детектора обеспечивает видеосопровождение любой обнаруженной воздушной или наземной цели. Модульная конструкция позволяет разместить на камеру дополнительное оборудование, например тепловизионные модули, ИК и лазерную подсветку.

2. Качественное изображение в ночное время.

Система «Radar-IQ» обеспечивает надежное подтверждение, распознавание и отслеживание цели по видеоизображению в условиях низкой освещенности. Для обеспечения качественного видео изображения 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.

3. Высокая плавность сопровождения объекта. Специально разработанные алгоритмы управления камерой на основе радарных данных и нейросетевой обработки изображения.

4. Тепловая карта. Возможность создания «тепловой карты», на которой в виде следов отображаются перемещения всех объектов, ранее появившихся в фокусе наблюдения позволяет проследить весь путь нарушителя.

Таким образом, модуль DV-EYE является тем самым «единым многофункциональным составным устройством тепловизора и прибора ночного видения» [19], отсутствие которого

²⁰ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/products>

²¹ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/>

²² Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/camera>

авторы считают существенным недостатком данной видеокамеры (то есть модуля DV-EYE). В едином модуле DV-EYE могут быть интегрированы видеокамера с чувствительностью 0,0013 люкс в цветном режиме и 0,0008 люкс в черно-белом режиме²³, модуль инфракрасной подсветки, тепловизионный модуль и модуль лазерной подсветки.

Для решения данного недостатка, с которым мы не согласны, авторы предлагают «...рассмотреть возможность применения в данной видеокамере современных многофункциональных приборов в различных инфракрасных диапазонах. Устранением данного недостатка может быть внедрение мультиспектральной камеры типа ТНК-5 для совмещения канала ночного видения и тепловизионного канала (рельеф и живое тепло)» [19].

Хотелось бы подчеркнуть, что, во-первых, инфракрасный диапазон один, в рамках инфракрасного диапазона существуют несколько поддиапазонов. Во-вторых, интеграция далеко не самой современной носимой мультиспектральной камеры ТНК-5 с дальностью обнаружения ростовой фигуры человека 900 метров по тепловизионному каналу и 600 метров по ночному каналу²⁴ в систему «Radar-IQ», на наш взгляд, не имеет смысла.

Более оправданным может быть выбор дублирующей мультиспектральной системы, например мультисенсорной охранной системы РТР-900М²⁵, которая может обеспечить дальность обнаружения тепловизором человека до 19,2 км. Мультисенсорная охранная система РТР-900М 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.

Отметим, что в данном случае система РТР-900М может выступать в виде второго рубежа системы охраны, обеспечивающего наблюдение на дальней дистанции, а система «Radar-IQ» будет служить в качестве первого, базового рубежа системы охраны объекта.

В таком случае будет решена проблема, которая заключается в необходимости увеличения количества камер в системе «Radar-IQ». Так как атака с применением БПЛА и ложных целей может вестись одновременно с нескольких направлений, оператору необходимо обеспечить как минимум одновременный обзор передней и задней полусферы с помощью двух камер. Лучший эффект может быть достигнут обеспечением секторального обзора с помощью четырех камер.

Кроме того, для увеличения зоны охвата, видеокамера с многоспектральным комплексом может быть установлена на летательный аппарат легче воздуха из состава перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса, предложенного в статье «Применение перспективного многофункционального эшелонированного воздушного комплекса на базе летательных аппаратов легче воздуха в органах внутренних дел» [22].

Предложения по построению многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы охраны периметра «Radar-IQ».

Исходя из анализа, проведенного выше, может быть предложен следующий вариант построения многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы охраны периметра «Radar-IQ».

²³ Сайт системы охраны периметра «Radar-IQ». [Электронный ресурс]. URL: <https://radar-iq.ru/camera>

²⁴ Сайт Бюро научно-технической информации «Техника для спецслужб». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6945&tbl=10.02.02>.

²⁵ Сайт производителя АО «Пергам-Инжиниринг». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pergam.ru/catalog/cctv/ohrannye-teplovizory/povorotnye/rtr-900m.htm>

В качестве базового элемента данной системы (первого рубежа охраны или ближнего периметра) может быть использована существующая, не требующая доработок, мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ», в состав которой входят модуль «Radar» на основе радарных детекторов DR-500 и GR-800, модуль «DV-EYE» представляющий собой единое опорно-поворотное устройство с камерой и тепловизором, модуль «Core-IQ», построенный на основе мультиспектрального вычислительного контроллера с искусственным интеллектом и являющийся основным связующим звеном для всех компонентов модульной мультиспектральной системы охраны территории «Radar-IQ», модуль программного обеспечения «Radar-IQ Manager», а также модуль интеграции с внешними мониторинговыми системами^{26,27}.

Функциональные связи перечисленных выше элементов системы «Radar-IQ» показаны на рисунке 1.

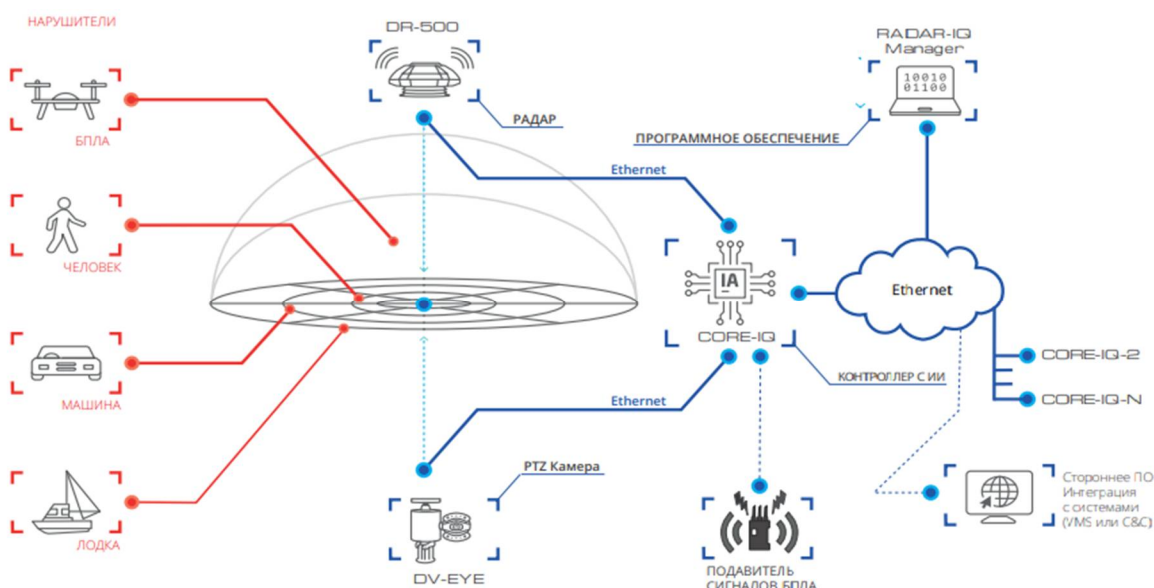


Рис. 1. Функциональные связи элементов системы «Radar-IQ».

Дополнительно, благодаря открытой архитектуре, в состав модульной мультиспектральной системы охраны периметра «Radar-IQ» могут быть включены технические средства, обеспечивающие своевременное определение попыток несанкционированного проникновения на объект по подземному ходу и под водой.

Для отслеживания попыток проникновения под землей может быть использован георадар «Око-3» с рупорным антенным блоком, разработанным специально для проведения скоростной георадарной съемки протяженных объектов. Оборудование георадара может быть установлено на автомобиль или на автономный робототехнический комплекс «Трал Патруль 5.1»²⁸ с интеллектуальной системой видеонаблюдения, что позволит вести контроль периметра не только в воздухе и на поверхности, но и под землей. Менее затратным способом

²⁶ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: <https://tsnk.ru/equip/equip/ohrana-perimetra-obekta/radar-iq/>

²⁷ Сайт производителя ООО «Диагностика-М». [Электронный ресурс]. URL: https://tsnk.ru/Catalogue_TSNK_Rus_web.pdf

²⁸ Сайт производителя «СМП Сервис». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tral.ru/production/ohrannij-robot/tral-patru5-1/>

обеспечения контроля периметра под землей является установка либо вибродатчиков, либо углубленных металлических штырей, соединенных с вибродатчиками.

Для противодействия несанкционированному вторжению на территорию объекта под водой в состав системы «Radar-IQ» может быть введено гидроакустическое средство предупреждения «Амулет-П», обеспечивающее не только голосовое предупреждение подводных пловцов о приближении к охраняемому объекту на дальности до 400 метров, но и увеличение интенсивности излучения акустического сигнала до болевого порога с уровнем гидроакустического давления 160 дБ.

В случае необходимости в систему «Radar-IQ» могут быть интегрированы как ручные комплексы специальных технических средств противодействия беспилотным воздушным судам, например комплекс «Гарпун-3», так и многофункциональные комплексы, такие как многофункциональный комплекс противодействия беспилотным летательным комплексам «Сапсан-Бекас» с подсистемой радиоподавления с дальностью действия от 3 км до 30 км. Данная система с увеличенной дальностью обнаружения и радиоподавления может выступать уже в качестве второго, дальнего рубежа многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы охраны периметра «Radar-IQ».

Дополнительно, в состав дальнего рубежа охраны может быть включена мультисенсорная охранная система РТР-900М, которая может обеспечить дальность обнаружения тепловизором человека до 19,2 км. В таком случае будет решена проблема, которая заключается в необходимости увеличения количества камер в системе «Radar-IQ» для контроля целей, осуществляющих атаку объекта одновременно с нескольких направлений. Подобный подход обеспечит оператору одновременный обзор передней и задней полусферы с помощью двух камер. Лучший эффект может быть достигнут обеспечением секторального обзора с помощью четырех камер. Для увеличения зоны охвата, видеокамера с многоспектральным комплексом может быть установлена на привязной аэростатный комплекс.

Заключение

В данной статье, на основе анализа общедоступной информации производителя системы «Radar-IQ» и статьи «Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов» [19] предложен вариант синтеза многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы охраны периметра «Radar-IQ».

В качестве базового элемента данной системы (первого рубежа охраны) может быть использована существующая, не требующая доработок, мультиспектральная система охраны периметра «Radar-IQ». Дополнительно, в состав первого рубежа охраны могут быть включены технические средства, обеспечивающие своевременное определение попыток несанкционированного проникновения на объект по подземному ходу и под водой.

Второй, дальний рубеж многосферной мультиспектральной системы охраны объектов органов внутренних дел на базе системы охраны периметра «Radar-IQ» предлагается построить на основе многофункциональных комплексов с увеличенной дальностью действия, таких как многофункциональный комплекс противодействия беспилотным летательным комплексам «Сапсан-Бекас» и мультисенсорная охранная система РТР-900М.

Литература

1. *Каторин Ю. Ф., Шалковский А. Г., Беспалов Д. Н.* Технические средства охраны периметра объекта // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2019. № 9-10(135-136). С. 36-41.
2. *Кузьмина Н. А.* Элементы эффективной безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства // Транспортное дело России. 2018. № 4. С. 122-125.
3. *Кузьмина Н. А.* Системы фиксации и распознавания несанкционированного проникновения в охраняемую зону как элемент эффективной безопасности объекта транспортной инфраструктуры // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12, № 5. С. 47-52. doi:10.24411/20728735201810086
4. *Анюхин С. Г., Прошутинский Д. А., Пермяков М. П.* Новые подходы к построению комплексов средств обнаружения для охраны объектов // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». Москва, 2020. С. 231-233.
5. *Баумтрог В. Э.* Специальная техника органов внутренних дел: технические средства сигнализации и охранного телевидения. Барнаул: Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Барнаульский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации", 2022. 44 С.
6. *Дрецинский В. А.* Организация охраны и обороны объектов инфраструктуры железных дорог от нападения диверсионно-террористических групп // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации. 2020. № 3(17). С. 31-41.
7. *Иващенко Е. Г., Кузьмина Н. А.* Интегрированные системы обеспечения транспортной безопасности // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2019. С. 190-196.
8. *Нилин П. А., Чугунова О. В.* Классификация датчиков охранной сигнализации // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте (ИИТМА-2020)» (Кемерово, 07–10 декабря 2020 г.). Кемерово, 2020. С. 476-481.
9. *Денисов И. В., Сонин А. Е.* Принципы обработки сейсмоакустических сигналов для расширения информативности волоконно-оптических чувствительных элементов // Техника радиосвязи. 2021. № 1(48). С. 117-128. doi:10.33286/2075-8693-2021-48-117-128
10. *Сухих С. Н., Николаев В. А., Кротов А. Ю.* О развитии технических средств охраны с применением Единого специализированного объектового протокола // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». Москва, 2020. С. 240-244.
11. *Климов А. В., Николаев В. А., Кротов А. Ю.* О создании технических средств охраны нового поколения, работающих с использованием Единого специализированного объектового протокола // Академический вестник войск национальной гвардии Российской Федерации. 2020. № 3. С. 40-43.
12. *Ахлюстин С. Б., Сошнева Д. А.* Обеспечение безопасности международных аэропортов // Охрана, безопасность, связь. 2020. № 5-1. С. 20-25.
13. *Филиппов Р. А.* Применение интегрированных систем безопасности для обеспечения режима в исправительных учреждениях уголовно-исполнительной системы // Вестник Пермского института ФСИН России. 2020. № 4(39). С. 123-130.
14. *Харламов В. А., Лишилин М. В., Михайлова С. Д., Пилипенко А. А.* Система обеспечения безопасности объектов на основе интеллектуальной двухспектральной камеры // Системный анализ в науке и образовании. 2023. № 1. С. 13-17.
15. *Рева И. Л., Богданов А. А., Малахова Е. А.* Разработка и анализ программно-аппаратного комплекса регистрации человека на объекте с помощью технологии Wi-Fi // Динамика систем, механизмов и машин. 2019. Т. 7, № 4. С. 89-98.
16. *Тимашова Л. Н., Черноморец И. С.* Двухспектрозональная панорамная видеокамера // Контент. 2020. Т. 19, № 5-1. С. 35-42.
17. *Гурлев И. В., Овчинский А. С., Кубасов И. А.* Адаптивный подход к управлению охраной объекта // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2018. № 4. С. 37-42.
18. *Свиридов В. В.* Применение робототехнических комплексов охраны и обороны критически важных объектов Ракетных войск стратегического назначения // Военная мысль. 2021. № 6. С. 57-64.

19. Мельников Н. М., Никишкин А. В., Ветрова Е. В., Ермаков М. А. Системы охраны с искусственным интеллектом стратегически важных инфраструктурных объектов. // Информатизация и связь. 2023. № 1. С. 44-50. doi:10.34219/2078832020231414450

20. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности: Научно-технический информационный сборник. Вып. 2 (9). М.: ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2021. 68 С.

21. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники (для комплексного обеспечения правоохранительной деятельности): Научно-технический информационный сборник. Вып. 2. М.: ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2018. 113 С.

22. 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 // Научно-технические исследования в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 2. С. 52-65

DESIGN OF A MULTI-SPHERE MULTISPECTRAL INTERNAL AFFAIRS BODIES INSTALLATION PROTECTION SYSTEM ON THE BASIS OF THE PERIMETER SECURITY SYSTEM "RADAR-IQ"

VIKTOR M. SOKOLOV

PhD, Senior lecturer at St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs, St. Petersburg, Russia, compas-tfc@mail.ru

ALEXANDER A. KEZHOV

PhD, Docent at St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs, St. Petersburg, Russia, compas-tfc@mail.ru

ZHANIBEK T. NISHANBAYEV

PhD, Senior lecturer at St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs, St. Petersburg, Russia, 89602838077@mail.ru

ABSTRACT

Introduction: the emergence of modern technical means enabling a multi-vector attack on internal affairs bodies installations necessitates an improvement of these objects security system. Known sources analysis has shown that at present an installation security system is viewed through the prism of a classical security and fire alarm system combined with physical barriers, video surveillance systems, alerts and access control and management systems. Such systems are not able to promptly detect and neutralize air, ground/surface and underground threats. **Purpose:** development of proposals concerning the design of a multi-sphere multispectral internal affairs bodies installation security system capable of detecting and neutralizing aerial, ground/surface and underground threats using radar, thermal imaging, multispectral and other technical means combined into a single system by a multispectral controller with artificial intelligence. **Results:** recommendations have been developed for the design of a two-line multi-sphere multispectral internal affairs bodies installation security system on the basis of the security system "Radar-IQ" which includes active radars providing a radar surveillance channel, a multispectral image analytics system, a multispectral computing controller with artificial intelligence, which is a link for all components of the security system, as well as means of suppressing unmanned aerial vehicles. As the first line, the "Radar-IQ" system is used in combination with technical means that provide detection of underwater and underground threats. The second line is proposed to be built on the basis of multifunctional complexes with an extended range, such as the multifunctional complex for countering unmanned aerial systems "Sapsan-Bekas" and the RTR-900M multi-sensor security system. **Practical relevance:** the solution presented can be used as a conceptual basis for the design of a multi-sphere multispectral internal affairs bodies installation security system in regions with a high level of terrorist threat. **Discussion:** the proposed multi-sphere multispectral internal affairs bodies installation security system can be enhanced through the use of autonomous ground and air-based robotic complexes.

Keywords: Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation; internal affairs bodies; multispectral security system; modular multi-sphere security system; Radar-IQ system.

REFERENCES

1. Katorin Yu. F., Shalkovsky A. G., Bepalov D. N. Technical means of protection perimeter of the object. *Voprosy oboronnoj tehniki. Serija 16: Tehniceskie sredstva protivodejstvija terrorizmu*. [Questions of defense technology. Series 16: Technical means of countering terrorism]. 2019. No. 9-10(135-136). Pp. 36-41. (In Rus)
2. Kuzmina N. A. Elements of efficient safety of objects of transport infrastructure and vehicles from acts of illegal intervention. *Transportnoe delo Rossii* [Transport business of Russia]. 2018. No. 4. Pp. 122-125. (In Rus)
3. Kuzmina N. A. Fixing systems and recognition of unauthorized penetration in the protected zone as an element of effective safety of the transport infrastructure object. *T-Comm: Telekommunikacii i transport* [T-Comm: Telecommunications and Transport]. 2018. Vol. 12, No. 5. Pp. 47-52. doi:10.24411/20728735201810086 (In Rus)
4. Anyukhin S. G., Proshutinsky D. A., Permyakov M. P. Novye podhody k postroeniju kompleksov sredstv obnaruzhenija dlja ohrany ob#ektov [New approaches to building detection systems for object protection]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehniceskoj konferencii «Sistemy bezopasnosti»*. [Proceedings of the international scientific and technical conference "Security systems"]. Moscow, 2020. Pp. 231-233. (In Rus)
5. Baumtrog V. E. *Special'naja tehnika organov vnutrennih del: tehniceskie sredstva signalizacii i ohrannogo televidenija*. [Special equipment of internal affairs bodies: technical means of alarm and security television]. Barnaul: Federal State-owned educational institution of Higher Professional Education "Barnaul Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation", 2022. 44 Pp. (In Rus)
6. Drechinsky V. A. Organization of protection and defense of railway infrastructure objects against attacks by terrorist groups. *Nauchnye problemy material'no-tehniceskogo obespechenija Vooruzhjonnyh Sil Rossijskoj Federacii* [Scientific problems of material and technical support of the Armed Forces of the Russian Federation]. 2020. No. 3(17). Pp. 31-41. (In Rus)
7. Ivashchenko E. G., Kuzmina N. A. Integrated transportation security systems. *Nauchno-tehniceskoe i jekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke* [Scientific, technical and economic cooperation of the APR countries in the XXI century]. 2019. Pp. 190-196. (In Rus)
8. Niliin P. A., Chugunova O. V. Klassifikacija datchikov ohrannoj signalizacii [Classification of alarm sensors]. *Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticeskoj konferencii «Innovacii v informacionnyh tehnologijah, mashinostroenii i avtotransporte (Kemerovo, 07–10 dekabnja 2020 g.* [Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference "Innovations in information technologies, mechanical engineering and motor transport (IITMA-2020)", Kemerovo, on December 07-10, 2020]. Kemerovo, 2020. Pp. 476-481. (In Rus)
9. Denisov I. V., Sonin A. E. Seismoacoustic signals processing for extending of the informativity of fiber-optical sensitive elements. *Tehnika radiosvjazi* [Radio communication technology]. 2021. No. 1(48). Pp. 117-128. doi:10.33286/20758693202148117128 (In Rus)
10. Sukhoi S. N., Nikolaev V. A., Krotov A. Yu. O razvitii tehniceskih sredstv ohrany s primeneniem Edinogo specializirovannogo ob#ektovogo protokola [About development of technical means of protection with application of the uniform specialized object protocol]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehniceskoj konferencii «Sistemy bezopasnosti»*. [Proceedings of the international scientific and technical conference "Security systems"]. Moscow, 2020. Pp. 240-244. (In Rus)
11. Klimov A.V., Nikolaev V. A., Krotov A. Yu. About the creation of security equipment of new generation working by Single specialized facility protocol. *Akademicheskij vestnik vojsk nacional'noj gvardii Rossijskoj Federacii* [Academic Bulletin of the National Guard Troops of the Russian Federation]. 2020. No. 3. Pp. 40-43. (In Rus)
12. Akhlyustin S. B., Soshneva D. A. Securing the facilities of international airports. *Ohrana, bezopasnost', svjaz'*. [Security, safety, communications. 2020. No. 5-1. Pp. 20-25. (In Rus)
13. Filipyev R. A. Application of integrated security systems to ensure the regime in correctional institutions of the penal system. *Vestnik Permskogo instituta FSIN Rossii*. [Journal of the Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia]. 2020. No. 4(39). Pp. 123-130. (In Rus)

14. Kharlamov V. A., Lishilin M. V., Mikhailova S. D., Pilipenko A. A. Object security system based on intelligent dual-spectral camera. *Sistemnyj analiz v nauke i obrazovanii* [System analysis in science and education]. 2023. No. 1. Pp. 13-17. (In Rus)
15. Reva I. L., Bogdanov A. A., Malakhova E. A. Design and analysis of a software and hardware appliance to register a person's presence at the site using wi-fi technology. *Dinamika sistem, mehanizmov i mashin* [Dynamics of systems, mechanisms and machines]. 2019. No. 4. Pp. 89-98. (In Rus)
16. Timashova L. N., Chernomorets I. S. Dual-band fisheye camcorder. *Kontenant* [Contentant]. 2020. Vol. 19, No. 5-1. Pp. 35-42. (In Rus)
17. Gurlev I. V., Ovchinsky A. S., Kubasov I. A. An adaptive approach to the protection of the object. *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii*. [Journal of the Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia]. 2018. No. 4. Pp. 37-42. (In Rus)
18. Sviridov V. V. Application of robotic complexes for the protection and defense of critical objects of Strategic Missile forces. *Voennaja mys'* [Military thought]. 2021. No. 6. Pp. 57-64. (In Rus)
19. Melnikov N. M., Nikishkin A.V., Vetrova E. V., Ermakov M. A. Security systems with artificial intelligence strategically important infrastructural facilities. *Informatizacija i svjaz'*. [Informatization and communication]. 2023. No. 1. Pp. 44-50. doi:10.34219/2078832020231414450 (In Rus)
20. Open review of the products of Russian manufacturers of special means and equipment for ensuring public safety: Scientific and technical information collection. *Nauchno-proizvodstvennoe ob#edinenie «Special'naja tehnika i svjaz'» Ministerstva vnutrennih del Rossijskoj Federacii* [Federal State Institution "Scientific and Production Association "Special Equipment and Communications" of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation]. 2021. No. 2 (9). Pp. 68 (In Rus)
21. Open review of the products of Russian manufacturers of special means and equipment for ensuring public safety: Scientific and technical information collection. *Nauchno-proizvodstvennoe ob#edinenie «Special'naja tehnika i svjaz'» Ministerstva vnutrennih del Rossijskoj Federacii* [Federal State Institution "Scientific and Production Association "Special Equipment and Communications" of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation]. 2018. No. 2. Pp. 113 (In Rus)
22. Grachev Yu.A., Sokolov V.M., Melnikov N.M., Loktionov O.V. The use of advanced multifunctional echeloned aerial complex based on lighter than air aircrafts in the work of internal affairs bodies. *Naukoemkie tehnologii v kosmicheskikh issledovanijah Zemli*. [High tech in earth space research]. 2022. Vol. 14. No. 2. Pp. 52-65. (In Rus)