

УДК: 623.746.519

DOI: 10.53816/23061456_2022_5-6_92

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСОВ
АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНОЙ ПОЛУСФЕРЫ НАД ОБЪЕКТАМИ
ОТ АТАК МНОЖЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ВОЗДУШНОГО НАПАДЕНИЯ**

**PROSPECTS FOR THE CREATION OF ACTIVE PROTECTION COMPLEXES
OF THE AERIAL HEMISPHERE ABOVE OBJECTS AGAINST ATTACKS
BY MULTIPLE AIR ATTACK WEAPONS**

Канд. физ.-мат. наук В.А. Подгорнов, канд. техн. наук М.Ю. Науменко, С.В. Подгорнов

Ph.D. V.A. Podgornov, Ph.D. M.Y. Naumenko, S.V. Podgornov

РФЯЦ – ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина

В статье рассмотрены возможные подходы к созданию перспективных комплексов активной защиты воздушной полусферы от одновременных разнонаправленных атак множественных малоразмерных средств воздушного нападения как важного элемента системы противовоздушной обороны на конечном этапе нападения для широкого круга защищаемых военных и гражданских объектов в условиях мирного и военного времени. Сформулированы общие предложения по универсальному типу комплекса активной защиты с использованием стереоскопических оптико-электронных систем единомоментного обзора всей воздушной полусферы в сочетании с РЛС и унифицированных неуправляемых гранат летального и нелетального действия, оперативно запускаемых на множественные средства воздушного нападения по воздушной полусфере из наводимого многоствольного пускового контейнера с повышенным боезапасом, и возможностью размещения в пусковом стволе нескольких гранат.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, комплекс активной защиты, средство воздушного нападения, оптико-электронная система.

The article considers possible approaches to the creation of promising complexes of active protection of the aerial hemisphere from simultaneous multidirectional attacks of multiple small air attack weapons as an important element of an air defense system at the final stage attacks for a wide range of defended military and civil objects in peacetime and wartime conditions. General proposals are formulated for a universal type of active protection complex using stereoscopic optoelectronic systems for simultaneous observation of the entire air hemisphere in combination with radar and unified unguided grenades of lethal and non-lethal action, operatively launched on multiple air attack weapons throughout the air hemisphere from a guided multi-barrel launch container with increased ammunition and the possibility of placing several grenades in the launch barrel.

Keywords: unmanned aerial vehicle, active protection complex, air attack weapons, optoelectronic system.

В настоящее время наблюдается стремительное развитие и широкое распространение в военной и гражданской сферах деятельности беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и систем на их основе. В связи с этим необходимо учитывать возможность атак БПЛА на объекты Вооруженных сил Российской Федерации как в мирное время со стороны террористических и диверсионных элементов, так и в период нарастания военной угрозы — диверсионно-разведывательными группами. В некоторых случаях атака небольшого беспилотного аппарата с воздуха гораздо эффективнее любых других способов нападения. Малые размеры позволяют оставаться незаметным, а эффект неожиданности делает атаку дрона разрушительной. В данном случае современные технические средства охраны (ТСО) совершенно бесполезны [1].

В не меньшей степени существует террористическая угроза применения БПЛА против гражданских объектов или мест массового скопления людей и диверсионная против промышленных, энергетических и транспортных объектов [2]. Нападение на промышленные радиационно-опасные объекты привлекает террористические организации вследствие уязвимости производственных сооружений данных объектов, вызываемого общественного резонанса и возможных тяжёлых экологических последствий [3]. При этом на данный момент штатных средств противодействия БПЛА в войсках национальной гвардии РФ недостаточно, в связи с этим на средства физической защиты (СФЗ) (комплекс инженерно-технических средств охраны (ИТСО)) охраняемых объектов необходимо возложить новых задач по противодействию БПЛА на близких и дальних подступах [4].

Важное место в системе противовоздушной обороны (ПВО) как военных, так и гражданских объектов должны занимать перспективные комплексы активной защиты (КАЗ) воздушной полусферы от атак средств воздушного нападения (СВН) в непосредственной близости от объектов на конечном этапе нападения.

Отечественные комплексы войсковой ПВО (ЗРК «Тор-М1» и «Тор-М2Э», «Бук-М2Э» и «Бук-М3», «Морфей», «Витязь», ЗРПК «Панцирь-С1» и «Сосна») на дальних подступах к объекту показывают [5] высокую эффективность противодействия БПЛА тяжелых и средних типов (близких по своим параметрам к тра-

диционным летательным аппаратам), но среднюю и низкую эффективность противодействия БПЛА легких, малых и мини типов. Кроме того, ЗРК имеют «мертвую зону» ~ 1 км [6] вблизи пускового устройства. Вследствие этого перспективный КАЗ должен иметь возможность поражать как БПЛА легких, малых и мини типов, прорвавшихся через систему ПВО после наземного старта, так и малоразмерные СВН (противотанковые управляемые ракеты, малогабаритные ракеты «воздух–поверхность», малоразмерные управляемые авиационные бомбы, ударные или барражирующие легкие БПЛА), запущенные с крупных воздушных носителей. Необходимо также учитывать, что «наиболее характерным способом применения БПЛА является сейчас и будет являться в дальнейшем групповой налет однотипных или разнотипных летательных аппаратов» [7], в том числе в виде «роя». Последние военные действия в Ливии и Нагорном Карабахе подтверждают данную точку зрения.

Известные в настоящее время зарубежные («Iron First», Израиль и «Quick Kill», США) и отечественные КАЗ («Афганит») обеспечивают эффективную защиту в верхней полусфере, однако их массовое применение вряд ли возможно по экономическим причинам.

Применение средств противовоздушного минования [8] в качестве КАЗ вряд ли приемлемо из-за одноразового и узконаправленного действия, и возможного сопутствующего поражения объекта, равно как и применение средств аэрозольного противодействия [1], не носящих универсального характера для разнообразных типов СВН.

Целью статьи является анализ перспектив создания КАЗ воздушной полусферы от атак множественных СВН, а также формирование общих предложений по эффективному решению данной проблемы для широкого круга защищаемых военных и гражданских объектов в условиях мирного и военного времени.

Перспективный КАЗ должен включать в себя:

- средства обнаружения СВН, одновременно атакующих со стороны верхней полусферы;
- блок целеуказания множественных СВН;
- средства поражения / воздействия на СВН.

В качестве средства обнаружения СВН в воздушной полусфере могут рассматриваться по отдельности или в комплексе:

- радиолокационные станции (РЛС) различных диапазонов или активные фазированные антенные решетки, контролирующие всю воздушную полусферу;

- оптико-электронные системы (ОЭС);
- средства акустической разведки (АР) [7, 9];
- средства радио- и радиотехнической разведки (РРТР).

Однако применение РЛС может быть затруднено в случае СВН, имеющих малую эффективную площадь рассеивания (ЭПР $\sim 0,001\text{--}0,1\text{ м}^2$) и возможность зависания или полета с малой скоростью (до 10–30 м/с), в том числе на предельно малых высотах на фоне окружающих строений или леса. В любом случае включение РЛС в состав КАЗ расширит его возможности.

Согласно [7], применение для обнаружения БПЛА средств АР обеспечивает:

- определение пеленга на цель;
- определение класса (типа) БПЛА.

Средства АР, использующие естественные поля, обладают следующими достоинствами:

- обеспечивают устойчивое автоматическое обнаружение малоскоростных маловысотных БПЛА в любых погодных условиях, в условиях плохой оптической видимости и в условиях рельефов местности.

Основными недостатками, ограничивающими применение акустических систем при решении задач обнаружения БПЛА, являются:

- низкая точность определения координат БПЛА;
- низкая чувствительность.

Таким образом, средства АР могут быть рекомендованы в качестве вспомогательной пассивной системы обнаружения/предупреждения КАЗ, особенно учитывая близкую зону обнаружения СВН — 100–200 м.

Средства РРТР локализируют СВН по их пеленгам, но без определения угла возвышения. Их использование оправдано в качестве вспомогательной пассивной системы обнаружения / предупреждения КАЗ и целеуказания для узконаправленных средств радиоэлектронного подавления (РЭП).

Из всех рассматриваемых средства обнаружения СВН в воздушной полусфере оптико-электронные системы, особенно мультиспектральные (регистрирующие изображения в видимом и инфракрасном диапазонах света), представляются наиболее оптимальными для

работы в составе КАЗ как обеспечивающие более высокую точность определения координат каждого из множественных СВН и позволяющие обнаруживать СВН, представляющих трудности для РЛС. Хотя РЛС имеют преимущество перед ОЭС при работе в ночное время, однако, при использовании инфракрасного диапазона или при наличии подсветки [3] это преимущество нивелируется на небольших дистанциях работы КАЗ (100–200 м). Сложные погодные условия оказывают негативное влияние как на ОЭС, так и на РЛС.

Для обеспечения оперативного обнаружения и точного отслеживания СВН, одновременно атакующих с разных направлений, ОЭС должна обеспечивать единомоментный обзор всей воздушной полусферы, а не ее сканирование, с селекцией по дальности каждой цели и оценкой расстояния до нее. Вариант такой ОЭС предложен в [3, 10] и в инициативном порядке реализован в РФЯЦ – ВНИИТФ в виде автоматической оптической триоскопической система единомоментного обнаружения и целеуказания множественных БПЛА в воздушной полусфере. Расстояние до цели может быть получено также при помощи лазерного дальномера [11], однако возможность его применения ограничена необходимостью наведения на одну из выявленных целей.

Блок целеуказания множественных СВН должен обеспечивать вычисление траектории движения целей, дальность и время их подлета к зоне поражения, выбор варианта противодействия и выдачу сигналов управления средствам активной защиты.

В качестве средства поражения/воздействия на СВН на предельно малых дистанциях (50–100 м) могут рассматриваться:

- наводимый многоствольный пусковой контейнер [12, 13] с запускаемыми средствами поражения:

- а) зарядами шрапнели или связанной шрапнели [12];

- б) неуправляемыми реактивными гранатами / антиснарядами [13];

- в) ударными ядрами или матричными полями ударных ядер;

- г) самонаводящимися ракетами [12];

- д) сетками захвата СВН [12, 14];

- самонаводящиеся ракеты вертикального старта из стационарного контейнера [15];

– наводимое узконаправленное средство РЭП [14, 16];

– наводимое лазерное средство поражения [14, 17, 18].

Варианты с самонаводящимися ракетами [12, 15] представляются в настоящее время технически существенно более сложными, чем остальные, и поэтому не приемлемыми для массового применения.

Применение наводимого узконаправленного средства РЭП [14, 16] может быть проблематичным в случае защиты СВН от воздействия РЭП, например, как показано в [19].

Согласно [7], к недостаткам и проблемным вопросам использования лазерных средств поражения можно отнести следующее:

– для достижения эффекта поражения БПЛА требуется удержание лазерного луча на цели в течение 0,5–15 с;

– с развитием и широким распространением технологий лазерного поражения ожидается переход к использованию в корпусах БПЛА материалов, специально ориентированных на отражение или рассеивание лазерного излучения.

Таким образом, возможность применения лазерных средств поражения ограничено необходимостью длительного воздействия на одну из выявленных целей, что не приемлемо при атаке множественных СВН.

Таким образом, запуск средств поражения из наводимого многоствольного пускового контейнера представляется наиболее приемлемым для перспективного КАЗ массового применения, а возможность использования боевой части (БЧ) нелетального действия (сетки захвата цели) позволяет применять КАЗ на гражданских объектах.

Сетки захвата могут как запускаться из реактивной гранаты [14, 20], так и разворачиваться при помощи не менее трех малогабаритных пороховых ракет, запускаемых из соответствующих стволов пускового контейнера [12].

Летальное действие средств поражения может быть обеспечено зарядами шрапнели или связанной шрапнели, ударными ядрами или матричными полями ударных ядер, реактивными гранатами с осколочной БЧ, снарядами (реактивными гранатами) с разворачиваемыми гибкими режущими элементами (металлическими тросами или высокопрочными нитями, режущими аэродинамические поверхности СВН) [21].

Принимая во внимание приведенный анализ, в РФЯЦ – ВНИИТФ на базе технического решения [12] разработан концептуальный проект перспективного КАЗ воздушной полусферы от атак множественных малоразмерных СВН, одновременно атакующих под разными углами возвышения и по азимуту, для широкого круга защищаемых военных и гражданских объектов в условиях мирного и военного времени.

В рассматриваемом КАЗ обнаружение СВН предлагается осуществлять посредством нескольких оптических стереоскопических (или триоскопических [10], в одном из вариантов исполнения) систем обнаружения с селекцией по дальности, автоматически обзорающих всю верхнюю полусферу одновременно во всех направлениях налета. Анализ степени угрозы защищаемому объекту проводится одновременно по всем регистрируемым указанными системами изображениям с последующим автоматическим выбором средства противодействия каждому объекту-нарушителю из ближайшего ствола наводимого многоствольного пускового контейнера.

Стереоскопический вариант ОЭС перспективного КАЗ представлен на рис. 1. Габариты ОЭС 1200×1200×140 мм, стереоскопический базис — 1 м.

На рис. 2 представлен опытный образец автоматической оптической триоскопической системы единомоментного обнаружения и целеуказания множественных БПЛА в воздушной полусфере (стереобазис — 1,4 м).

Вариант исполнения наводимого многоствольного пускового контейнера [12] для перспективного КАЗ представлен на рис. 3. Пусковой

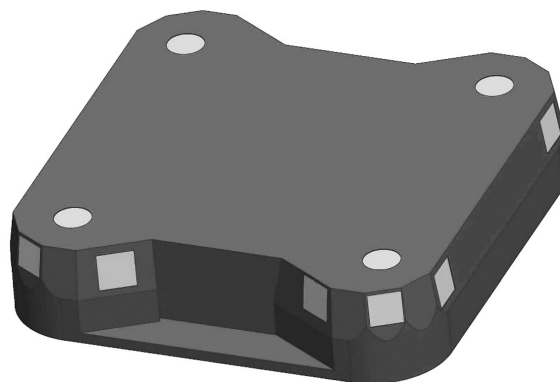


Рис. 1. Стереоскопический вариант ОЭС перспективного КАЗ

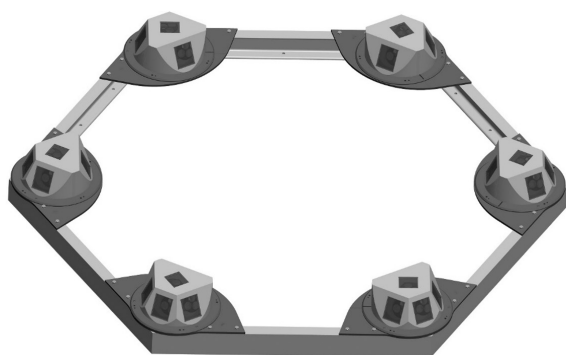


Рис. 2. Оптическая триокулярная система единовременного обнаружения и целеуказания в воздушной полусфере

контейнер 1 имеет множество пусковых стволов 2, установленных под разными углами возвышения и по азимуту, линейный привод 3 обеспечивает групповую подстройку углов возвышения пусковых стволов 2, а сам пусковой контейнер 1 установлен на вращающейся платформе 4.

Запуск средств поражения осуществляют в направлении прогнозируемого положения наиболее угрожаемого СВН из наиболее близкого пускового ствола по ходу вращения платформы по азимуту и углу возвышения, затем в течение $\sim 0,3$ с осуществляют относительно небольшой доворот пускового контейнера и подстройку угла возвышения на следующее СВН и производят запуск следующего средства поражения. При размещении в пусковом стволе нескольких средств

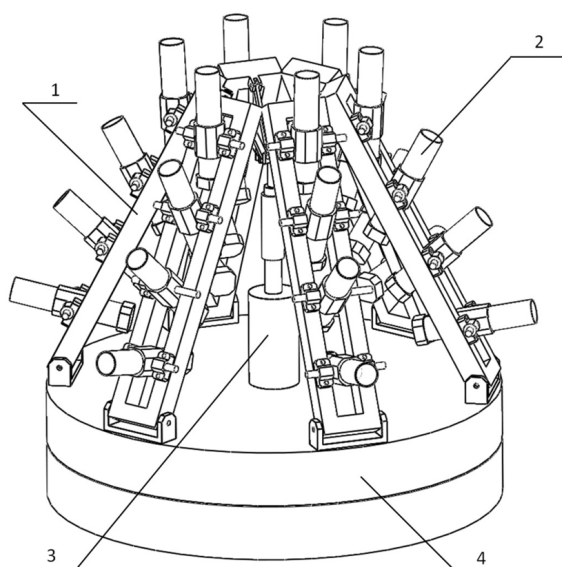


Рис. 3. Наводимый многоствольный пусковой контейнер

поражения по принципу Metal Storm [22] возникает возможность как группового последовательного запуска данных средств поражения, так и увеличения боезапаса средств поражения.

Такое исполнение наводимого многоствольного пускового контейнера позволяет как повысить оперативность наведения пусковых стволов на множество СВН, одновременно атакующих по всей воздушной полусфере, так и увеличить боезапас КАЗ.

Учитывая необходимость поражения СВН на возможно большей дистанции, минимизации отдачи при запуске средств поражения и повышения безопасности для защищаемого объекта, в рассматриваемом варианте КАЗ средства поражения, запускаемые из пусковых стволов, ограничены гранатами с пороховыми метательными зарядами:

- с осколочной БЧ заданного дробления, например от ручной гранаты РГО [23];
- с разворачиваемыми гибкими режущими элементами [21];
- с сетью захвата [20].

Для точного подрыва средства поражения может применяться [13, 24] временной взрыватель, программируемый непосредственно перед запуском, или неконтактный датчик цели, например оптический [25].

Таким образом, комплексно рассмотрены возможные подходы к созданию перспективных комплексов активной защиты воздушной полусферы от одновременных разнонаправленных атак множественных малоразмерных средств воздушного нападения, как важного элемента системы ПВО на конечном этапе нападения для широкого круга защищаемых военных и гражданских объектов в условиях мирного и военного времени.

Для перспективного КАЗ универсального типа представляется оптимальным использование:

- стереоскопических оптико-электронных систем, единовременно обзорающих всю воздушную полусферу с селекцией по дальности каждой цели и оценкой расстояния до нее, в сочетании с РЛС;
- унифицированных неуправляемых гранат летального и нелетального действия с пороховыми метательными зарядами, оперативно запускаемых по всей воздушной полусфере из наводимого многоствольного пускового контейнера, в том числе с повышенным боезапасом и воз-

возможностью размещения в пусковом стволе нескольких гранат.

Литература

1. Новокшенов И.Е., Михайлова О.Б., Рогожин С.С. Интегрирование комплексов технических средств охраны объектов Вооруженных сил Российской Федерации высшей категории для защиты от мини-беспилотных летательных аппаратов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2020. № 5–6 (143–144). С. 3–7.

2. Бровкин В.Ф., Петров Е.Н., Подгорнов С.В. Новые потенциальные воздушные угрозы ядерно-опасным объектам // Девятая Международная студенческая научная конференция «Полярное сияние–2006. Ядерное будущее: безопасность, экономика и право»: Сборник докладов / Отв. редактор проф. В.В. Харитонов; ред. коллегия: А.В. Мезенцев, А.И. Солдатов, А.С. Краснобаев. — М.: МИФИ, 2006. С. 412–414.

3. Бровкин В.Ф., Подгорнов С.В., Щербина А.Н. и др. Анализ воздушных угроз для промышленных радиационно-опасных объектов // Четвертая Российская Международная конференция по учету, контролю и физической защите ядерных материалов. 2009. Обнинск. Доклад № 058. 8 с.

4. Черных А.К., Шиленин Д.А., Усиков Р.Ф. Современные угрозы для важных государственных объектов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 1–2 (151–152). С. 74–78.

5. Зайцев Д.В., Болдырев М.С. Математическое моделирование противодействия беспилотным летательным аппаратам. Монография. — Сергиев Посад: 12 ЦНИИ Минобороны России, 2021. 141 с.

6. Зенитный ракетно-пушечный комплекс «Панцирь-С1». URL: <https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/artilleriya/pancir-s1/> (Дата обращения 30.10.2021).

7. Макаренко С.И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Монография. — СПб: Научно-технологические технологии, 2020. 204 с.

8. Рябов К. Противовертолетные мины: автоматика на защите войск. URL: <https://topwar.ru/44358-protivovertoletnye-miny-avtomatika-na-zaschite-voysk.html> (Дата обращения 12.11.2021).

9. «Атака-Шорох»: В России испытали систему, способную по звуку обнаруживать дроны-разведчики. URL: <https://topwar.ru/188260-ataka-shoroh-v-rossii-ispytali-sistemu-sposobnuju-po-zvuku-obnaruzhivat-drony-razvedchiki.html> (Дата обращения 12.11.2021).

10. Бровкин В.Ф., Подгорнов С.В. и др. Устройство для селекции объектов на удалённом неоднородном фоне. Патент Российской Федерации № 2390039. 26.11.2007.

11. Зубарь А.В. Оптико-электронная система определения параметров целей. Теоретические основы построения. Монография. — Омск: ОАБИИ, 2018. С. 5–7.

12. Науменко М.Ю., Вагин С.Г., Кипкаев А.Е., Крестьянинов Г.А. и др. Способ активной защиты объекта со стороны верхней полусферы. Патент Российской Федерации № 2755951. 29.12.2020.

13. Одинцов В.А. Система самообороны транспортного средства «ИНРОГ». Патент Российской Федерации № 2339898. 19.04.2006.

14. Антонов Н. Системы борьбы с малыми беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Часть 2. URL: <https://integral-russia.ru/2018/06/19/sistemy-borby-s-malymi-bespilotnymi-letatelnyimi-apparatami-bpla-chast-2/> (Дата обращения 08.01.2022).

15. Васильев А. Системы активной защиты бронетехники. URL: <https://topwar.ru/31710-sistemy-aktivnoy-zaschity-bronetehniki.html> (Дата обращения 08.01.2022).

16. Ловушка для дрона: как вывести из строя беспилотник. URL: <https://tvintelecom.ru/smartfony/lovushka-dlya-drona-kak-vyvesti-iz-stroya-bespilotnik.html> (Дата обращения 08.01.2022).

17. Егурнов В.О., Ильин В.В., Некрасов М.И., Сосунов В.Г. Анализ способов противодействия летательным аппаратам для обеспечения безопасности защищаемых объектов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 1–2 (115–116). С. 51–58.

18. Мобильные лазеры против роя «дронов». URL: <https://zen.yandex.ru/media/bronetex/mobilnye-lazery-protiv-roia-dronov-617d451eaae21a68c68208b5> (Дата обращения 08.01.2022).

19. Российские дроны сделали неуязвимыми к средствам РЭБ НАТО. URL: <https://avia.pro/news/rossiyskie-drony-sdelali-neuyazvimymi-k-sredstvam-reb-nato> (Дата обращения 08.01.2022).

References

1. Novokshonov I.E., Mikchailova O.B., Rogozhin S.S. Integration of complexes of technical mean of protection of objects of armed forces of the Russian Federation of the highest category for protection against mine unmanned aerial vehicles // *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16. Tekhnicheskie sredstva protivodestviia terrorizmu*. 2020. № 5–6 (143–144). P. 3–7.

2. Brovkin V.F., Petrov E.N., Podgornov S.V. New potential aerial threats to nuclear-hazardous facilities // *The ninth International student Scientific Conference «Polar Lights-2006. Nuclear future: Security, Economics and Law»*: Collection of reports / Editor prof. V.V. Kharitonov; Editorial Board: A.V. Mezentsev, A.I. Soldatov, A.S. Krasnobaev. — M.: MEPhI, 2006. P. 412–414.

3. Brovkin V.F., Podgornov S.V., Scherbina A.N. at al. Analysis of air threats for industrial radiation-hazardous facilities // *The 4th Russian International Conference on Nuclear Material Protection, Control and Accounting*. 2009. Obninsk. Report № 058. 8 p.

4. Chernykh A.K., Shilenin D.A., Usikov R.F. Current threats to important state facilities // *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16. Tekhnicheskie sredstva protivodestviia terrorizmu*. 2021. № 1–2 (151–152). P. 74–78.

5. Zajtsev D.V., Boldyrev M.S. Mathematical modelling of counteraction to UAV. The monography. — Sergiev Posad: 12 CNII of the Minister of Defence of Russia, 2021. 141 p.

6. Anti-aircraft missile and gun complex «Pantsir-S1». URL: <https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/artilleriya/pancir-s1/> (Accessed: 12.11.2021).

7. Makarenko S.I. Countering unmanned aerial vehicles. The monography. — SPb: Naukoemkie tekhnologii, 2020. 204 p.

8. Ryabov K. Anti-helicopter mines: automation for the protection of troop. URL: <https://topwar.ru/44358-protivovertoletnye-miny->

[avtomatika-na-zaschite-voysk.html](https://topwar.ru/44358-protivovertoletnye-miny-avtomatika-na-zaschite-voysk.html) (Accessed: 12.11.2021).

9. «Ataka-shoroh»: In Russia, they tested a system capable of detecting reconnaissance drones by sound. URL: <https://topwar.ru/188260-ataka-shoroh-v-rossii-ispytali-sistemu-sposobnuju-po-zvuku-obnaruzhivat-drony-razvedchiki.html> (Accessed: 12.11.2021).

10. Brovkin V.F., Podgornov S.V. at al. Device for selecting objects on non-uniform remote background. Patent RU № 2390039. 26.11.2007.

11. Zubar A.V. Optiko-electronic system of definition of parameters of the targets. Theoretical bases of construction. The monography. — Omsk: OABII, 2018. P. 5–7.

12. Naumenko M.Y., Vagin S.G., Kipkaev A.E., Krestyaninov G.A. at al. Method for active protection of object from upper hemisphere. Patent RU № 2755951. 29.12.2020.

13. Odintsov V.A. Vehicle self-defense system «INROG». Patent RU № 2339898. 19.04.2006.

14. Antonov N. Systems for combating small unmanned aerial vehicles (UAVs). Part 2. URL: <https://integral-russia.ru/2018/06/19/sistemy-borby-s-malymi-bespilotnymi-letatelnyimi-apparatami-bpla-chast-2/> (Accessed: 08.01.2022).

15. Vasiliev A. Active protection systems for armored vehicles. URL: <https://topwar.ru/31710-sistemy-aktivnoy-zaschity-bronetekhniki.html> (Accessed: 08.01.2022).

16. Drone trap: How to disable a drone. URL: <https://tvintelecom.ru/smartfony/lovushka-dlya-drona-kak-vyvesti-iz-stroya-bespilotnik.html> (Accessed: 08.01.2022).

17. Egurnov V.O., Ilyin V.V., Nekrasov M.I., Sosunov V.G. Unmanned aerial vehicles countermeasures to ensure the protected sites safety analysis // *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16. Tekhnicheskie sredstva protivodestviia terrorizmu*. 2018. № 1–2 (115–116). P. 51–58.

18. Mobile lasers against a swarm of «drones». URL: <https://zen.yandex.ru/media/bronetex/mobilnye-lazery-protiv-roia-dronov-617d451eaae21a68c68208b5> (Accessed: 08.01.2022).

19. Russian drones have made them invulnerable to NATO electronic warfare. URL: <https://avia.pro/news/rossiyskie-drony-sdelali-neuyazvimymi-k-sredstvam-reb-nato> (Accessed: 08.01.2022).