

DOI 10.31483/r-112409

Каширин Александр Иванович

Полетаев Илья Владимирович

**ПРОИЗВОДСТВО СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ (БПЛА) В РАМКАХ СТРАТЕГИИ
ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
РОССИЙСКОГО ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Аннотация: в главе рассматриваются управленческие аспекты развития новых технологий на предприятиях российского ОПК в условиях цифровой экономики. Актуальность исследования определяется несколькими обстоятельствами. Во-первых, именно рынок средств борьбы с БПЛА исследован в меньшей мере, чем сами по себе БПЛА. Беспилотники и как военное решение, и как гражданские технологии находятся на данный момент в центре внимания научной и профессиональной общественности. В то же время системы, направленные на противодействие БПЛА, не получают должного внимания. Во-вторых, для военно-технического сотрудничества Российской Федерации рынок средств борьбы с БПЛА представляет большой интерес: поскольку сами по себе БПЛА принимаются на вооружение практически повсеместно, можно ожидать, что в ближайшее время рынок будет требовать соответствующих решений, направленных на противодействие этим системам. В-третьих, сам международный рынок вооружений находится в режиме постоянного изменения, и эти изменения должны получить должную научную оценку.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, БПЛА, средства противодействия БПЛА, рынок беспилотных летательных аппаратов, предприятия ОПК, инновационный менеджмент на предприятиях ОПК, рынок средств противодействия БПЛА.

Abstract: the chapter discusses the managerial aspects of the development of new technologies at enterprises of the Russian defense industry in the digital economy. The relevance of the study is determined by several circumstances. Firstly, it is the market

of anti-UAVs that has been studied to a lesser extent than the UAVs themselves. Drones, both as a military solution and as civil technologies, are currently in the focus of attention of the scientific and professional community. At the same time, systems aimed at countering UAVs do not receive due attention. Secondly, for military-technical cooperation of the Russian Federation, the market of anti-UAVS is of great interest: since UAVs themselves are being adopted almost everywhere, it can be expected that in the near future the market will require appropriate solutions aimed at countering these systems. Thirdly, the international arms market itself is in a constant state of change, and these changes should receive proper scientific assessment.

Keywords: *unmanned aerial vehicles, UAVs, UAV countermeasures, the market of unmanned aerial vehicles, defense industry enterprises, innovation management at defense industry enterprises, the market of UAV countermeasures.*

Введение

Современная деятельность Российской Федерации по строительству собственных Вооруженных сил отличается большими горизонтами планирования и комплексным подходом к развитию отдельных родов войск.

Новые средства вооружения, которые поступают в войска, должны обеспечить вооруженным силам страны технологическое превосходство и по своим тактико-техническим характеристикам соответствовать уровню угроз в сфере обороны и безопасности.

Глава государства на совещании по развитию оборонно-промышленного комплекса (ОПК) указал на необходимость обеспечить потребности военных для эффективного проведения СВО, но заявил о необходимости и диверсификации производства ОПК.

«И сейчас скажу очень важную вещь: мы все это должны сделать при безусловном соблюдении принципов здоровой экономики и соблюдении макроэкономических принципов. Это чрезвычайно важная вещь. Мы ни в коем случае не

должны допустить никаких перекосов в экономике и в промышленности», – подчеркнул Президент Российской Федерации В.В. Путин ¹.

Президент России обратил внимание на завершение формирования нового состава правительства. «Нам всем вместе нужно обеспечить потребности Вооруженных Сил России для эффективной работы в зоне боевого соприкосновения в рамках проведения специальной военной операции», – обратился глава государства к участникам совещания.

Наращивание военных бюджетов крупнейшими державами – это тот вызов, на который Российская Федерация должна ответить постоянным совершенствованием и развитием собственных Вооруженных сил².

В соответствии с официальной позицией Российской Федерации, обострение международной обстановки, глобальной конкуренции и усиление военной угрозы, риски локальных конфликтов и террористических актов – это наиболее серьезные вызовы, с которыми на данный момент сталкивается страна. Одной из особенностей развития военных технологий и свойств современной войны является все большая интенсивность локальных противостояний и разнообразие вооружений, которые применяются на современном поле боя. Вооруженные силы Российской Федерации должны быть в состоянии ответить на весь перечень рисков, а военно-промышленный комплекс – разработать соответствующие технологические решения и наладить на их основе выпуск вооружений ³.

Одна из наиболее важных тенденций развития современных не ядерных вооружений – это создание все более совершенных и многофункциональных беспилотных летательных аппаратов (тут и далее – БПЛА, беспилотники). Именно БПЛА стали одной из основных ударных сил в современных локальных

¹ Путин потребовал не допустить перекосов в экономике и промышленности на фоне СВО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/20807035> (дата обращения: 20.06.2024)

² О планах развития Вооруженных сил России до 2030 года говорили на заседании Совбеза РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.1tv.ru/news/2019-11-22/376196-o_planah_razvitiya_vooruzhennyh_sil_rossii_do_2030_goda_govorili_na_zasedanii_sovbeza_rf

³ Военная доктрина Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/41d527556bec8deb3530.pdf>

конфликтах. Возможности их применения, а также их функции на поле боя постоянно расширяются⁴.

В этой связи и борьба с беспилотниками – это одно из направлений, которое также получило развитие. Опыт современных вооруженных конфликтов показывает, что беспилотные летательные аппараты требуют отдельных средств борьбы. С беспилотниками нельзя бороться обычными средствами ПВО: в некоторых случаях это не эффективно, в других – бесполезно. С одной стороны, средства ПВО, ориентированные на борьбу с традиционной авиацией, слишком дорогостоящи и их вовлечение нерентабельно. С другой стороны, некоторые БПЛА столь компактны и действуют в таких условиях и на таких высотах, что использование традиционных ПВО попросту невозможно.

Современная ситуация на рынке вооружений постоянно усложняется: это обусловлено политическим соперничеством между крупнейшими державами и стремлением ведущих мировых поставщиков оружия к контролю над рынком. Современный международный рынок вооружений представляет собой важное направление торговли высокотехнологичной продукцией и высокими технологиями и характеризуется высоким уровнем конкурентной борьбы.

Важное значение для разработки стратегического плана деятельности предприятий ОПК имеет внутренняя диагностика компании. Стратегическая диагностика, в свою очередь, рассматривается как средство организации управления на основе систем диагностических показателей, позволяющих определить причины неэффективного стратегического поведения на рынке, разработать программы восстановительных мероприятий и стратегии достижения целей.

По сравнению с традиционными функциями – проведением технико-экономического анализа – современному аналитику необходимо определять положение объекта, например, предприятия, на рынке определенной продукции, оценивать его конкурентоспособность, определить состояние его экономической

⁴ Дорошкевич В.Г. Применение беспилотных летательных аппаратов в структуре вооруженных сил / В.Г. Дорошкевич // Актуальные вопросы ведения и обеспечения боевых действий подразделений: материалы конференции (г. Гродно, 2020 г.). – С. 42–44.

⁴ <https://phsreda.com>

безопасности и т. п. В условиях большой сложности экономических организаций и относительной неопределенности и динамизма внешней среды возникает потребность оценивать нынешнюю ситуацию, а также ее развитие на основе качественных характеристик (параметров) вместе с количественно определенными показателями.

Диагностика как вид практической деятельности предполагает совокупность формализованных процедур, направленных на определение фактического состояния предприятия, формирование модели его будущего состояния и выявления стратегического разрыва (пробелы). Исходя из этого, диагностика имеет субъект, объект, предмет, определяется целями развития, набор соответствующих методов, показателей, моделей и сценариев (стратегических альтернатив), способных реализовать поставленные цели⁵.

Немаловажным фактором совершенствования менеджмента на предприятиях ОПК выступает совершенствование кадровой политики. Важно предложить программу повышения компетенций руководителей компании. Этапы реализации программы: Этап 1: Определение стратегических рамок и приоритетных направлений для отбора и развития кадрового резерва (в том числе для реализации проектными командами кадрового резерва), что включает в себя серию интервью с высшим руководством. Этап 2: Отбор кандидатов в управленческий кадровый резерв, включает в себя оценку всех кандидатов в кадровый резерв, отбор и утверждение списка кадрового резерва базового и высшего уровней и уточнение списка резервистов, которые будут принимать участие в программе развития. Этап 3: Модульная учебная программа развития кадрового резерва, включает в себя утверждение топ-менеджментом Корпорации наиболее значимых проектов для разработки резервистами в рамках программы развития,

⁵ Ермаков Д.Н. Процедурные аспекты внутренней диагностики компании в рамках системы стратегического менеджмента: сборник статей. / Д.Н. Ермаков, В.В. Райзман // Экономика и управление: теория и практика: сборник статей – Чебоксары: Среда, 2018. – С. 129–137. – ISBN 978-5-6040294-6-6. – DOI 10.31483/r-11189.

согласование дизайна программы и списка экспертов программы, реализацию программы развития ⁶.

1. Анализ современного рынка борьбы с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА).

Современный рынок средств борьбы с БПЛА развивается так же стремительно, как и сама ниша беспилотников. Востребованы как системы гражданского назначения (для охраны частных владений, охраны приватности), так и системы военного назначения. По итогам 2021 г. на рынке было более чем 300 продуктов (технологических решений) для борьбы с беспилотными летательными аппаратами. При этом, в виду закрытости части публикаций, а также засекреченности передовых разработок военного предназначения, были опубликованы характеристики только касательно 200 позиций. Рынок средств борьбы с беспилотными летательными аппаратами (англ. – CUAS) постоянно меняется. За несколько лет он прошел путь от зарождающейся индустрии к быстро растущей отрасли. Многие компании вступают в партнерские отношения или иные формы сотрудничества друг с другом, чтобы объединить технологии и предложить рынку новые решения.

При всем разнообразии продукции на рынке, а также большому количеству участников, определяющим фактором его развития остается государство (государственные военные ведомства стран). Именно развитие боевых БПЛА, которые стали важным фактором на поле боя, определяет тенденции развития рынка в целом.

По состоянию на 2019 г. объем мирового рынка средств борьбы с БПЛА оценивался в 0,52 млрд долл. При этом данная сумма составляла 3,7% от общего

⁶ Ермаков Д.Н. Маркетинг персонала в ПАО «Объединённая авиастроительная корпорация»: значение образовательной политики компании для формирования кадрового резерва / Д.Н. Ермаков, В.В. Райзман // Тенденции развития образования: педагог, образовательная организация, общество – 2018: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 20–23 августа 2018 года) / под ред. Ж.В. Мурзиной. – Чебоксары: Среда, 2018. – С. 334-339. – EDN YLEIKT.

⁶ <https://phsreda.com>

объема средств РЭБ наземного базирования. Доля российских производителей (если учитывать экспорт на международные рынки) составляла 2% ⁷.

В научной литературе можно встретить следующий подход к сегментации рынка средств борьбы с БПЛА (табл. 1).

Таблица 1

Сегментация мирового рынка средств борьбы с БПЛА ⁸

Критерий	Градация
Принцип обнаружения БПЛА	- радиолокационная система - электронно-оптическая система - акустическая система; - другое
Принцип противодействия БПЛА	- радиоэлектронное подавление - лазерное воздействие - другое
Размещение	- мобильные средства (наземные) - портативные средства (наземные) - носимые средства (наземные) - модульные (крепление к другим БПЛА или к летательным аппаратам)
Виды использования	- военное использование; - коммерческое использование
Региональная сегментация рынка	- Северная Америка; - Европа; - Азиатско-Тихоокеанский регион; - Ближний Восток и Африка; - Латинская Америка

Источник: составлено по материалам [6].

Региональная сегментация основных поставщиков средств борьбы с БПЛА выглядит следующим образом: на США приходится 30%, на европейские страны и РФ – 40%, на страны Азиатско-Тихоокеанского региона – 25%. Оставшиеся 5% рынка приходятся на поставщиков из таких стран, как Израиль, Австралия, ЮАР.

Соотношение между коммерческими системами и военными находится в пределах 32–35% к 68–65%.

⁷ Янгиров А.И. Обзор и анализ современного рынка средств борьбы с БПЛА / А.И. Янгиров // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем: сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 302–303.

⁸ Москвин С.В. Методы противодействия малозаметным БПЛА / С.В. Москвин // Инновационные технологии и технологические средства специального назначения. – 2018. – №43. – С. 209–211.

Анализируя рынок средств борьбы с БПЛА, можно констатировать то, что по состоянию на 2020–2021 гг. он перенасыщен. В отличие от других видов военной техники и техники двойного назначения, в данном сегменте могут действовать даже мелкие и средние компании.

К числу наиболее известных производителей средств борьбы с БПЛА следует отнести: Raytheon (США), Blighter (Великобритания), Rafael (Израиль), Thales (Франция), CRMIEC (Китай), Aselsan (Турция), KB RADAR (Беларусь).

По итогам продаж на рынке данных технологий в 2019 г., можно составить рейтинг стран, компании которых передали своим партнерам наибольшее количество образцов данной техники (рис. 1).

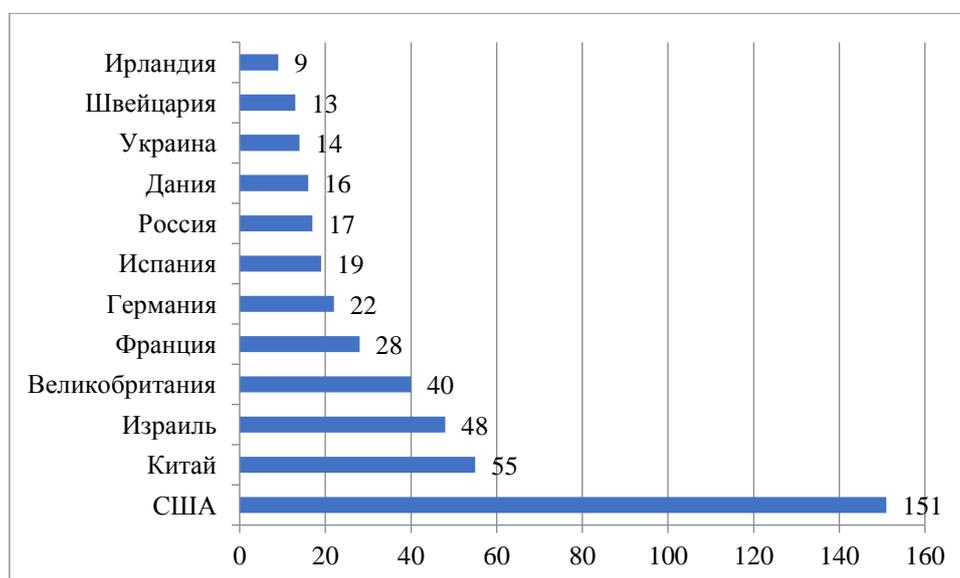


Рис. 1. Основные страны-экспортеры средств борьбы с БПЛА по итогам анализа мирового рынка в 2019 г. (количество переданных образцов)

Источник: составлено по материалам [10].

В целом по состоянию на 2019 г. на рынке присутствует 195 активных производителей. То есть компаний, которые разрабатывают и поставляют новую продукцию. Всего присутствуют компании из 35 стран. Наиболее представленные страны – США (39%), Великобритания (10%) и Израиль (6%). Важной технической характеристикой всех предложенных решений является способ обнаружения БПЛА. Так, из всех имеющихся на рынке продуктов, 52% используют пассивные радиочастотные сигналы, 41% используют радиолокационную

технологии, 40% используют технологию визуализации, 13% используют акустику и 3% требуют, чтобы человек выполнял функцию целеуказания. То есть, БПЛА нужно обнаружить визуально, и направить на него воздействующий прибор. Подавляющее большинство продуктов ориентированы на некинетические радиочастотные средства уменьшения интенсивности радиосигналов, с различными запатентованными средствами: интерференции каналов, манипулирования протоколами программного обеспечения, захватом управления⁹.

Еще одним важным компонентом каждого подобного устройства является возможность совместимости с другими боевыми системами. Из существующих на рынке предложений только 73 являются совместимыми, или имеют средства для взаимодействия с другими системами (как правило, через интерфейс прикладного программирования).

Еще одной отличительной чертой рынка средств борьбы с БПЛА является то, что на него постоянно выходят новые игроки. В том числе компании из тех стран, которые ранее не имели серьезных наработок в авиации в целом. Это можно объяснить, в том числе и тем, что подобные разработки, особенно коммерческого предназначения, не требуют очень большого технического потенциала от компании (табл. 2).

Далеко не все из присутствующих на рынке разработок имеют одинаковое положение и одинаковую степень технологической завершенности. Хотя большинство из таких разработок уже активно используются (например, приняты на вооружение в армии), или используются коммерческими структурами, все же на рынке много прототипов и только задекларированных разработок (рис. 2).

Таблица 2

Распределение существующих на рынке моделей средств борьбы с БПЛА по странам-производителям, в 2019 г.

<i>Страна</i>	<i>Модели (единиц)</i>	<i>Страна</i>	<i>Модели (единиц)</i>
США	126	Бельгия	3
Великобритания	37	Турция	3
Израиль	18	Бразилия	2

⁹ Counter-Unmanned Aircraft Systems Market Survey [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1761916>

Франция	16	Италия	2
Австралия	15	Монако	2
Швейцария	13	Норвегия	2
Германия	12	Испания	2
Китай	10	Тайвань	2
Ирландия	9	Болгария	1
Дания	8	Эстония	1
Сингапур	6	Финляндия	1
Нидерланды	5	Венгрия	1
Россия	5	Индия	1
Канада	4	ЮАР	1
Япония	4	Швеция	1
Польша	4	ОАЭ	1
Беларусь	3	Всего	321

Источник: составлено по материалам [11].

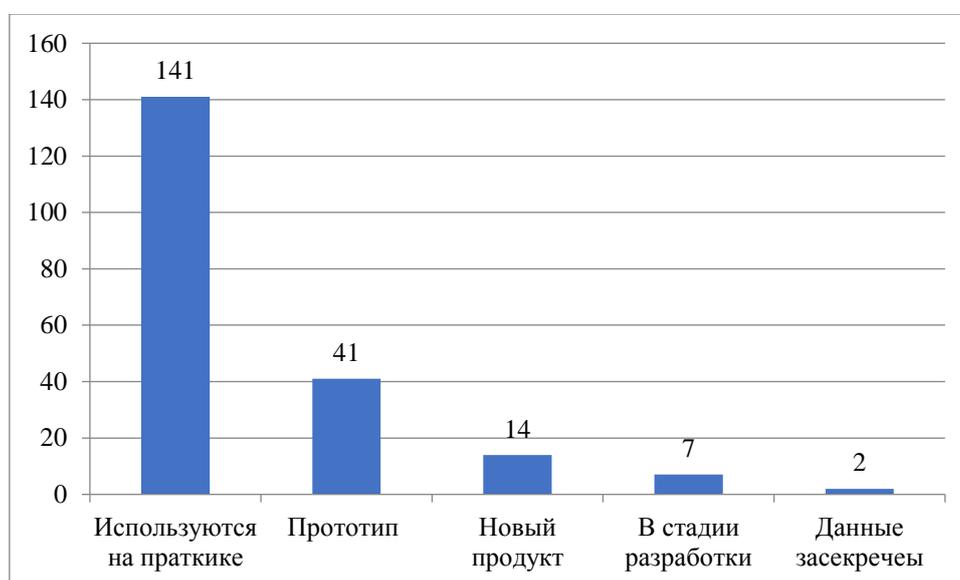


Рис. 2. Статус существующих средств борьбы с БПЛА в 2019 г.

Источник: составлено по материалам [11].

То есть многие компании, желая заявить о себе на рынке, выводят еще незавершенный продукт – в состоянии прототипа, или на стадии государственных испытаний.

Очень разнообразны способы установки средств по борьбе с БПЛА. Разнообразие технологических решений, которые используют компании, определило и разнообразие различных форматов установки данных средств. Наиболее распространенным форматом является наземная установка – на штативе, или на заранее оборудованной позиции. Также весьма популярны форматы установки подобных приспособлений на автомобиле. В целом же можно сказать, что

производители подобной продукции предлагают практически все варианты технических решений (рис. 3).

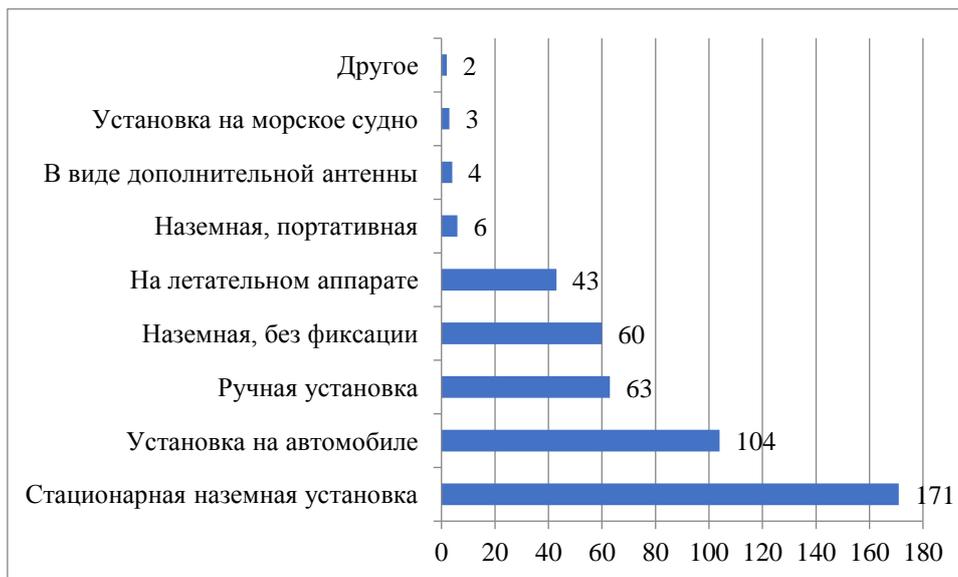


Рис. 3. Существующие форматы установки средств борьбы с БПЛА в 2019 г.

Источник: составлено по материалам [11].

Отличительной чертой большинства технологических решений в данной сфере является то, что они требуют минимального времени на установку и предельно быстро могут быть приведены в состояние боевой готовности. В этом отношении средства борьбы с БПЛА – один из наиболее мобильных форматов вооружений. В тоже время некоторые модели чрезвычайно трудоемки в эксплуатации (рис. 4).

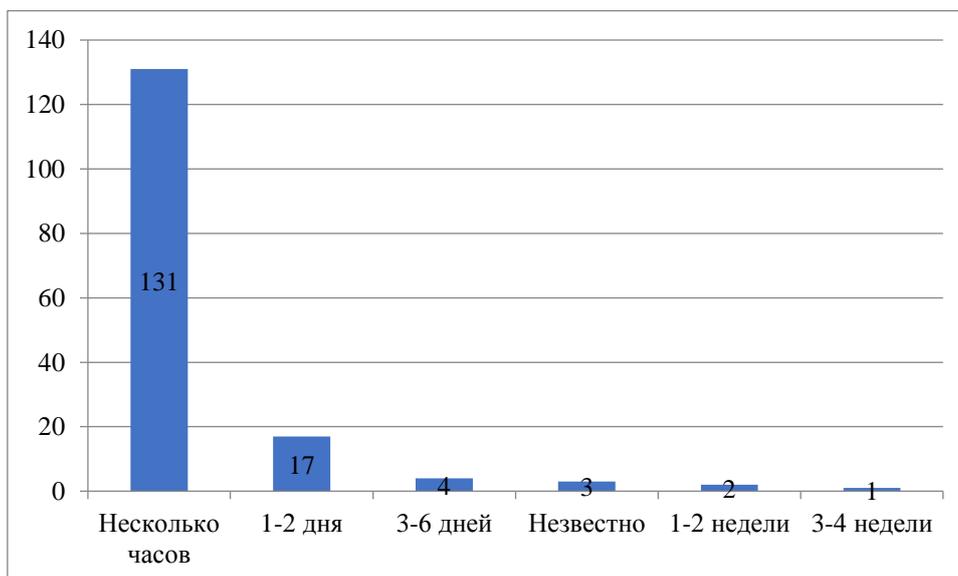


Рис. 4. Время боевого развёртывания существующих средств борьбы с БПЛА в 2019 г.

Источник: составлено по материалам [11].

Примечательно, что большинство представленных на рынке моделей средств борьбы с БПЛА являются относительно недорогими – в сравнении с самими БПЛА. Однако, речь идет о тех средствах, которые предназначены именно для противодействия БПЛА, а не о полноценных системах ПВО. Так, наибольшее количество предложений находится в диапазоне цен до 100 тыс. долл. за весь комплекс, что для систем вооружений в целом является невысокой ценой (рис. 5).

2. Технологические подходы в проектировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Для способов идентификации (обнаружения) БПЛА характерно доминирование нескольких технологических подходов. Так, наиболее распространенным способом является пассивный перехват сигнала. Такой способ достаточно надежный, и позволяет сразу же перехватить управление. К тому же, он дает возможность идентифицировать сам БПЛА и не перепутать его с другими объектами в воздухе (рис. 6).

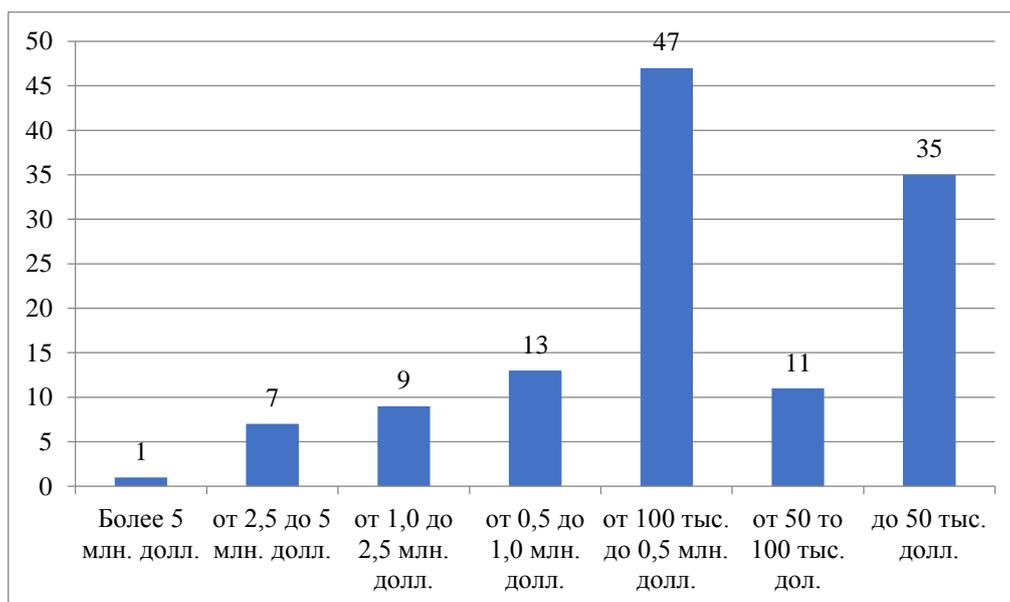


Рис. 5. Средняя стоимость средств борьбы с БПЛА в 2019 г.

Источник: составлено по материалам [11].

Популярным решением является использование радара.

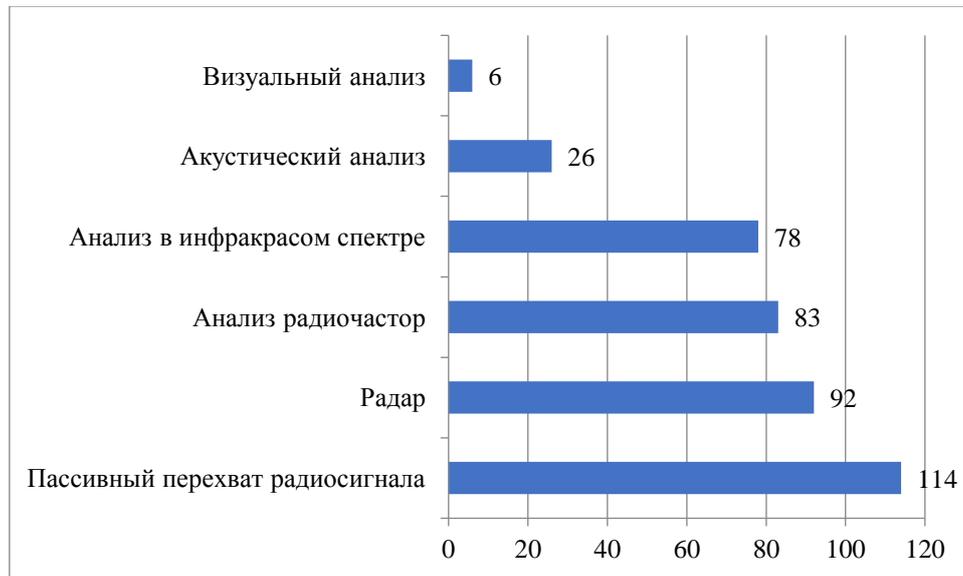


Рис. 6. Технологические решения по идентификации объектов в средствах борьбы с БПЛА в 2019 г.

Источник: составлено по материалам [11].

Наименее часто используемые технологические приемы – это анализ в инфракрасном спектре и акустический анализ. Однако подобные подходы отличаются недостаточной надежностью. Все больше БПЛА совершенно бесшумны, и такие методы против них бесполезны. Кроме этого, малые БПЛА могут использовать неровности земной поверхности, деревья, и поэтому анализ инфракрасного спектра против них также бесполезен. При этом, все еще очень большое количество средств борьбы с БПЛА предполагает визуальную идентификацию в качестве основного метода. Как правило, это касается портативных средств коммерческого назначения.

В целом, мировой рынок средств борьбы с БПЛА является ответом на самую по себе сферу разработки и производства беспилотников. Массовая популярность БПЛА, появление новых моделей и новых технологических решений в данной сфере способствовало тому, что резко вырос спрос на противодействие беспилотникам. Специфика мирового рынка средств борьбы с БПЛА заключается

еще и в том, что значительная его часть – это средства борьбы с гражданскими беспилотниками, которые используют не летальные средства уничтожения. Мировой рынок средств борьбы с БПЛА крайне разнообразен: он располагает как самым примитивными решениями (в виде специальных приложений для мобильных телефонов), так и весьма сложными и дорогими системами, эксплуатировать которые имеют право только военные ведомства. Так или иначе, мировой рынок беспилотников постоянно растет, – как за счет объемом реализуемой техники, так и за счет возникновения новых направлений, новых рисков и вызовов. Российские производители на данном рынке пока занимают весьма скромные позиции: на российские разработки приходится порядка 2% от общих поставок в публичной части этого рынка, при чем в основном за счет сугубо военных разработок.

В 2019 году спрос на мировом рынке средств защиты от беспилотных летательных аппаратов составил 624 миллиона долларов США, а к 2025 году, по прогнозам, он достигнет 2441 миллиона долларов США.

В период 2020 по 2025 год среднегодовой рост спроса будет составлять 32,2%. Основными факторами, способствующими росту этого рынка, являются рост использования беспилотных летательных аппаратов, в том числе с целью терроризма и незаконной деятельности во всем мире, а также рост числа нарушений безопасности с помощью неопознанных беспилотных летательных аппаратов.

Военная и оборонная составляющие будут обеспечивать основную долю спроса на средства защиты от беспилотных летательных аппаратов в течение прогнозируемого периода ожидается, что военная и оборонная вертикаль будет составлять самую большую долю рынка средств защиты от беспилотных летательных аппаратов в течение прогнозируемого периода. В настоящее время страны также придают большое значение усилению мер борьбы с дронами для отслеживания террористической деятельности, что в ближайшем будущем повысит платежеспособный спрос.

В свою очередь, предложение на рынке будет расти опережающими темпами за счет того, что резко возрастает количество производителей на рынке. Так, рынок лазерных систем борьбы с дронами будет расти с максимальным среднегодовым темпом роста в течение прогнозируемого периода. Лазерные системы в основном находят свое применение в военной и оборонной сфере из-за их большой скорости действия, значительной гибкости, высокой точности и низкой стоимости выстрела. Кроме того, такие крупные компании, как The Boeing Co. (США), Lockheed Martin Corp. (США), Raytheon Technologies (США), Rafael Advanced Defense Systems (Израиль) и MBDA (Германия), разрабатывают лазерные системы защиты от беспилотников. системы. Ожидается, что рынок средств защиты от дронов в Азиатско-Тихоокеанском регионе будет расти с максимальным среднегодовым темпом роста в течение прогнозируемого периода. Ожидается, что рынок средств защиты от дронов в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Основными факторами, способствующими этому росту, являются разработка новых технологий в Азиатско-Тихоокеанском регионе для сокращения растущего числа преступлений, связанных с дронами, и несколько текущих разработок, связанных с системами защиты от дронов, региональными игроками.

Поставки средств борьбы с БПЛА существенно отличаются от поставок других систем вооружений. Главным образом это выражается в необычайной гибкости производителей. При том, что основная часть существующих моделей – стандартизирована, все же производители активно предлагают своим клиентам индивидуальные решения. Например, многие производители заявляют, что они могут интегрировать технология кинетического смягчения, а также дополнительные опции в зависимости от того, что требуется. Технология «кинетического смягчения» в данном случае означает то, что БПЛА «перехватывается» в воздухе, и, не просто уничтожается, а его скорость искусственно замедляется и оператор установки приземляет его на заранее подготовленную территорию. Это позволяет заполучить «вражеский» БПЛА неповреждённым. Еще один термин, который используется применительно к данной технологии – это «глушение дронов», «использование глушилок».

В зависимости от «защищаемой» территории, дополнительные «узлы» в стандартных моделях могут быть объединены вместе, чтобы обеспечить большую зону покрытия (по желанию заказчика). По этой причине многие спецификации, в частности стоимость системы, оцениваются производителем дополнительно. Таким образом, некоторые производители могут не иметь стандартной конфигурации для каждой модели, поскольку каждое развертывание может быть адаптировано к индивидуальным потребностям заказчика¹⁰.

Многие компании предлагают свои модели средств борьбы с БПЛА в различных форматах или версиях, таких как ручная или портативная версия, мобильная / переносная / временно развертываемая версия или стационарная установка. К тому же, такая практика предполагает возможности увеличения отдельных параметров. Как правило, существующие модели можно интегрировать, или создать на их основе целый боевой комплекс, одновременно приспособленный для решения множества задач.

На рынке можно встретить такие форматы рыночных предложений:

1) компания CASI предлагает решения для обнаружения, отслеживания БПЛА и постановку радиочастотных помех на основе заранее созданной базы данных. Одновременно предлагаются такие варианты: много узловая конфигурация с фиксированной площадкой; мобильная платформа для наземных и морских транспортных средств; компактная платформа размером с портативную радиостанцию, которой можно управлять при помощи мобильного приложения;

2) компания MyDefence предлагает три модели средств борьбы с БПЛА – Watchdog, Wolfpack и Eagle. Кроме того, она предлагает решение под названием «Кнох», которое позволяет на основе существующих предложений создать любую конфигурацию;

3) компания Whitefox Defense Technologies предлагает прогрессивную технологию «кинетического смягчения» в трех формах: карманная носимая версия (Scorpion), портативная версия для установки на транспортном средстве

¹⁰ Counter-Unmanned Aircraft Systems [Electronic resource]. – Access mode: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/c-uas-tech-guide_final_28feb2020.pdf

(Dronefox Tactical), и стационарная версия для монтажа на стойке с большим количеством возможностей расширения;

4) компания DJI предлагает свое решение «Aeroscope» с тремя уровнями возможностей: портативный прибор размером с чемодан, стационарные мачтовые версии G-8, и версию G-16. Последние версии предлагают дополнительные уровни возможностей обнаружения, диапазона и доступа ко всем метаданным, передаваемым в протоколах DJI C2, а также поддержку сетевой возможности интеграции.

На современном рынке средств борьбы с БПЛА сформировалось несколько основных ниш, которые отличаются друг от друга функциональным предназначением моделей, а также возможностью использования либо в коммерции, либо для военных целей. Еще одной важной чертой данного рынка является то, что он находится в неоднозначном правовом положении. Во-первых, он достаточно новый, и в большинстве случаев нормативно-правовая база для его функционирования попросту не разработана. Во-вторых, в разных странах действуют разные допуски по использованию средств радиоэлектронной борьбы, в том числе для портативных моделей (табл. 3).

Таблица 3

Существующие форматы поставки на международный рынок систем борьбы с БПЛА

Формат	Англоязычное название	Функциональное назначение
Портативные решения	Handheld/Wearable Technologies	Борьба с мини-БПЛА; использование в коммерческой сфере и для обеспечения личной безопасности
Мобильные решения	Portable, Man-packable, and Ground-Mobile Technologies	В основном в данной нише представлены решения для борьбы с БПЛА в условиях военной обстановки, или же для противодействия преступникам, которые используют возможности БПЛА с явно злонамеренными целями
Стационарные решения	Static (Fixed Site) Applications	В данной нише реализуются как маломощные модели, предназначенные для охраны территории, жилья, так и военные модели, в том числе и компоненты противовоздушной обороны
Решения для летательных аппаратов	Aerial/intercepting UAS Platforms	Данная ниша предполагает оборудование самих же БПЛА средствами борьбы. Подобные решения предназначены не только для вооруженных сил, но и для

		коммерческих моделей БПЛА (с целью расширения их функционала)
--	--	---

Источник: составлено по материалам [11].

1. Рынок портативных решений. Технологии в этой нише охватывают очень широкий спектр физических размеров модели и передачи данных, но все они предназначены для ношения на теле, в рюкзаке или в руке, или расположены внутри машины реагирования (для немедленного развертывания при необходимости). Они могут быть использованы только для обнаружения БПЛА, только для смягчения (постепенного подавления сигнала с управляющего устройства с тем, чтобы БПЛА просто приземлился), или же иметь обе функции. Наиболее популярный формат представляет собой портативные системы для подавления радиочастотных и GNSS-помех, которые внешне напоминают огнестрельное оружие ¹¹.

Современные технологии создания средств борьбы с БПЛА развиты настолько, что уже существуют специальные приложения для смартфонов, которые могут использовать эту функцию. Подобные приложения используют сенсоры и возможности смартфонов для того, чтобы обеспечить локализованное распознавание БПЛА, и поставить в известность владельца смартфона. В качестве примеров можно упомянуть приложения, которые используют микрофон самого для прослушивания акустического шума БПЛА или приложения, которые используют антенны радио / сотовой связи для прослушивания Wi-Fi (многие мини БПЛА управляются через Wi-Fi), анализа телеметрии и видеосигнальных протоколов. Обычно они обеспечивают минимальную зону зондирования вокруг пользователя. Зачастую такие приложения могут быть эффективны, только если БПЛА в прямой видимости.

Устройства в стиле нательных камер, которые носят на одежде и которые могут проинформировать владельца (звуковым или вибросигналом), когда

¹¹ Melnichuk A., Kuzina E. A., & Yurkov N.K. (2020, May). Methods and means for countering unmanned aerial vehicles. In 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) (pp. 1–6). IEEE.

БПЛА находится поблизости. Это делается при помощи радиочастотного зондирования. Многие подобные изделия поставляются с предварительно запрограммированными функциями автоматического устранения рисков, которые могут возникнуть при контакте с БПЛА (в зависимости от обнаруживаемого БПЛА, диапазона рабочих частот и дополнительных функций самого БПЛА).

Все большее распространение получают модели «переносных некинетических систем подавления помех», такие как направленные «пушки», излучающие радиочастоты, стилизованные под огнестрельное оружие. Обычно это системы, предназначенные только для «смягчения» БПЛА (они гасят сигнал с управляющего устройства). Такие модели предназначены для подавления, но могут также включать функции зондирования, помогающие оператору определять направление полета БПЛА. Это важно в тех ситуациях, когда оператор не видит БПЛА, чтобы понять: он должен понять, куда направить защиту от радиочастотного излучения.

Рынок систем борьбы с БПЛА, в том числе и коммерческих моделей, развивается не только в направлении создания новых электронных устройств. На рынке присутствует множество моделей, которые, по сути, представляют собой специализированное огнестрельное оружие или более примитивные приспособления – сетки, рогатки, и т. д. Например, на рынке присутствуют переносные кинетические системы захвата БПЛА, такие как сетчатые ружья для охоты, патроны для дробовика, и снаряды-сетки, запускаемые вручну. Обычно эти системы полагаются на силу человека (или различных ручных механизмов) как для обеспечения обнаружения / отслеживания / оценки БПЛА, так и для их захвата. Диапазон действия таких систем, как правило, очень ограничен. Некоторые системы могут быть подключены по беспроводной сети к единому центру, и взаимодействовать с системами сигнализации для оповещения оператора и содействия ему в идентификации БПЛА.

Отличительной чертой всех коммерческих моделей систем по борьбе с БПЛА является то, что они используют механизмы и технологии, не летальные для человека. То есть, после обнаружения БПЛА существует только три

принципиально возможных действия: а) воздействие путем радиоэлектронных помех, и либо «замедление» аппарата и его мягкая посадка, либо перехват управления; б) физический захват БПЛА, – при помощи сетки, веревки, и т. д.; в) физическое уничтожение объекта – при помощи огнестрельного оружия, зенитных ракет и т. д.

В коммерческих моделях реализованы только два первых принципа: это обусловлено тем, что иначе продвигать такие модели на рынке крайне проблематично. Однако военные модели предполагают также использование и третьего подхода – то есть уничтожения объекта физически. Практика показала, что даже малогабаритный БПЛА сложно поразить из огнестрельного оружия, поэтому его использование всегда комбинируется со средствами радиоэлектронной борьбы (которые должны замедлить аппарат, или же придать траектории его полета предсказуемость). Несколько компаний оснастили огнестрельное оружие технологиями помощи при прицеливании и отслеживания / захвата цели, чтобы повысить вероятность попадания и вероятность поражения цели. Другие же компании разработали специальные зенитные 25-мм и 40-мм боеприпасы для улучшения кинетических характеристик орудий.

2. Мобильные решения. Поскольку БПЛА теперь используются практически повсеместно, то потребность в противодействии также увеличивается. Соответственно, речь идет не только о том, чтобы разработать само средство борьбы, но и чтобы выбрать приемлемый формат его установки. Практика показывает, что средства борьбы с БПЛА могут потребоваться в таких ситуациях, как сопровождение конвоев (наземные и морские перевозки), поддержка системы наблюдения и охраны территории (в том числе режимных объектов), сопровождение над ценными активами, VIP-защита и связанные с ней операции ¹².

Модели, предназначенные для мобильного использования, могут быть не меньше стандартных моделей. Это связано с необходимостью обеспечения питания для такой аппаратуры. С другой стороны, мобильные вариации

¹² Nichols R.K., Mumm H.C., Lonstein W.D., Ryan J.J., & Carter C. (2018). Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the Cyber Domain: Protecting USA's Advanced Air Assets. New Prairie Press.

стационарных моделей могут иметь усеченный функционал. Как правило, в таких случаях не стоит задача захватить «вражеский» БПЛА в целостности. Поэтому, подобные модели могут ограничиваться функциями подавления радиочастот, или же «замедления» «захваченного» БПЛА. С другой стороны, «мобильные» версии также зачастую прочнее, чем их стационарные аналоги. Мобильная версия может быть прикреплена к транспортному средству и даже получать питание от него, и работать либо по команде оператора, либо в автономном режиме. Например, автоматически пытаться блокировать или «замедлить» любые обнаруженные БПЛА. Тестирование этих систем перед приобретением или развертывание рекомендуется сначала в статическом режиме, а затем в мобильном режиме, чтобы идентифицировать сильные и слабые стороны производительности, а также определить, как на производительность влияют эксплуатационные факторы, такие как скорость транспортного средства, радиочастотный фон и характеристики самого БПЛА.

3. Стационарные решения. Одна из особенностей рынка средств борьбы с БПЛА заключается в том, что многие решения преподносятся их разработчиками как «портативные», поскольку именно на такие модели наблюдается повышенный спрос. «Портативные решения» уместны при локальных военных или полицейских операциях. Однако, на самом деле, все же большинство моделей средств борьбы с БПЛА могут реализовать весь свой потенциал только при стационарной установке. Такой подход позволяет оптимизировать конфигурацию для области, с учетом особенностей местности, дистанцией прямой видимости, особенностей погоды, а также возможных законодательных ограничений. Основные проблемы проектирования подобных включают обеспечение надежного электропитания и коммуникационного соединения между компонентами системы во всех ее узлах ¹³.

Применение подобных стационарных решений позволяет обнаруживать и определять местоположение БПЛА на очень больших расстояниях (15 миль и

¹³ Fouda R.M. (2018). Security vulnerabilities of cyberphysical unmanned aircraft systems. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 33 (9), 4–17.

более), но возможности и точность могут зависеть от типа БПЛА и высоты его обнаружения. На практике, серьезными препятствиями для установки стационарных средств борьбы с БПЛА является бесперебойное обеспечение электропитанием всех компонентов и узлов системы. Как правило, заказчики не ограничиваются только одной установкой: актуальной является защита большой территории, или комплекса зданий. Поэтому, современные решения по борьбе с БПЛА предусматривают установку целой сети датчиков для обнаружения БПЛА и средств борьбы с ними.

4. Модели для монтажа на летательных аппаратах и БПЛА. Данный формат актуален в двух случаях. Во-первых, речь идет про необходимость расширения функций существующих военных БПЛА. Насыщение современного воздушного пространства летательными аппаратами различных размеров и модификаций делает актуальным вопрос противодействия такому явлению. К тому же, установка средств борьбы с БПЛА на летательный аппарат в принципе позволяет расширить зону противостояния: таким образом, одна установка способна обеспечить противодействие «вражеским» БПЛА на гораздо большей площади, нежели ее стационарный аналог. Во-вторых, для гражданской авиации нагромождение в воздушном пространстве БПЛА стало серьезной проблемой и угрозой. В большинстве стран эксплуатация малогабаритных БПЛА никак не регулируется нормативно-правовыми актами. Дешевизна подобных БПЛА приводит к их массовому использованию для самых разных целей. В случае с гражданской авиацией столкновение с таким объектом может стать серьезной проблемой для воздушного судна. Поэтому, установка средств борьбы с БПЛА на летательные аппараты гражданской авиации становится необходимой профилактической мерой. Сейчас наиболее популярны «пассивные» меры защиты. Они обеспечивают лишь «замедление» БПЛА, который оказался рядом с летательным аппаратом¹⁴.

На основе приведенных выше данных можно сделать вывод о том, что подобные технологии предполагают в том числе и использование не летальных

¹⁴ Kratky M., & Farlik J. (2018). Countering UAVs-the Mover of Research in Military Technology. Defence Science Journal, 68 (5).

способов уничтожения, их можно эксплуатировать и в гражданской сфере без дополнительных разрешений. Во многом, именно на этой основе и возник сектор гражданских систем противодействия БПЛА. В тоже время, еще одной важной особенностью подобных технологий является очень большая энергоемкость. Каждая серьезная система борьбы с БПЛА требует мощного источника электричества. Поэтому, большинство систем требует еще и дополнительного обеспечения током. Мобильность установки по борьбе с БПЛА – это также требование большинства участников рынка. Именно от мобильности зависит фактическая территория, которую сможет прикрывать конкретная установка.

3. Соотношение рынков производства БПЛА и средств борьбы с БПЛА.

Развитие современного рынка средств борьбы с БПЛА происходит симметрично с самим рынком БПЛА. В виду общей тенденции на автоматизацию вооружений, а также то, что новые БПЛА сверхтяжелого класса по своим тактико-техническим характеристикам мало уступают боевым самолетам, но имеют меньшую стоимость, спрос на такие системы будет только расти. Соответственно, будет расти и спрос на меры борьбы с БПЛА. В период 2021–25 гг. прогнозируется рост мирового объема экспорта на 32% в год (с учетом 3% падения в 2020–21 г. в связи с пандемией) (рис. 7).

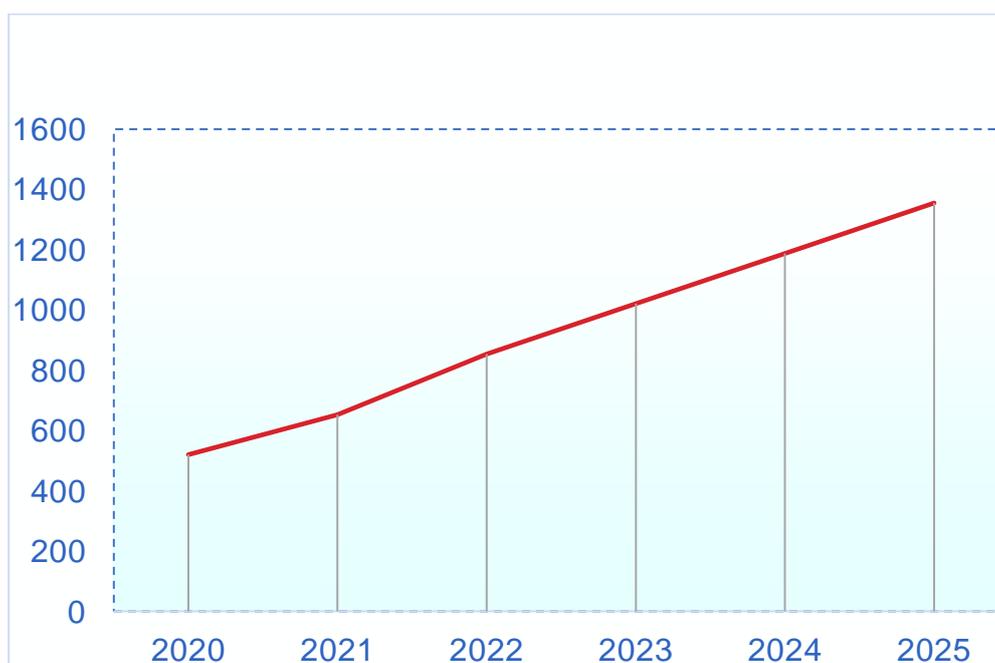


Рис. 7. Прогнозируемый рост мирового объема экспорта средств борьбы с БПЛА в период 2020–2025 (млрд. \$)

Источник составлен автором по материалам [15].

По прогнозам, в период 2020–2030 гг. рынок БПЛА обретет следующие очертания (рис. 8).

К числу особенностей БПЛА, которые усложняют борьбу с ними и разработку средств такой борьбы, относят: небольшие размеры БПЛА (в сравнении с другими летательными аппаратами), использование композитных материалов (БПЛА не испытывают таких перегрузок, как самолеты), низкую шумность, большую длительность полета, высокую маневренность и большой диапазон скоростей.

Борьба с легкими БПЛА представляет собой еще более сложную задачу: они могут быть обнаружены визуально на расстоянии до 400 м. (в некоторых случаях – до 100). Если же БПЛА используется электрический двигатель, и обладает низкой эффективной площадью рассеяния, то инструментальное обнаружение такого аппарата представляет собой еще более сложную задачу.

Важным обстоятельством является то, что БПЛА сверхтяжелого класса, которые сейчас появляются на рынке, практически не достигаемы для «традиционных» средств борьбы с ними. Они могут быть нейтрализованы при помощи современных средств ПВО, а также современных средств радиоэлектронной борьбы. Высота полета таких БПЛА, их автономность (в том числе возможность длительного полета при помощи автопилота) исключает их поражение при помощи перечисленных в предыдущих параграфах средств.

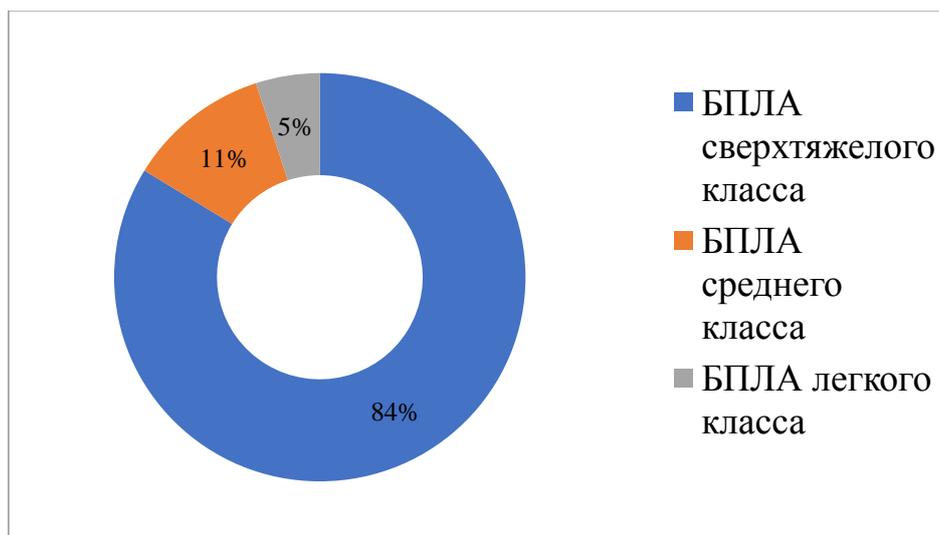


Рис. 8. Прогнозируемая структура рынка БПЛА в 2030 г.

Источник: составлено по материалам [5].

«Гражданские» средства радиоэлектронной борьбы, а также зенитные системы на основе огнестрельного оружия в принципе не могут причинить подобным системам вреда. Поэтому, рынок средств борьбы с БПЛА будет развиваться в первую очередь за счет «гражданского» сегмента. Производство полноценных систем ПВО, предназначенных в том числе и для поражения современных сверхтяжёлых БПЛА, останется прерогативой крупных производителей вооружений (в том числе и предприятий российского ВПК).

Обобщая информацию о направлениях развития современного рынка БПЛА, можно выделить несколько преобладающих тенденций (табл. 4).

Таблица 4

Тенденции развития мирового рынка средств борьбы с БПЛА

<i>Тенденция</i>	<i>Проявление тенденции</i>
Универсализация средств борьбы с БПЛА	На рынке все более отчетливо проявляется спрос на средства борьбы с БПЛА, которые бы могли реализовывать весь спектр задач, а также оставаться актуальными на протяжении длительного времени
Автоматизация работы существующих моделей	Скорость изменения современной тактической обстановки такова, что человеческой реакции оказывается недостаточно для того, чтобы охватить все аспекты управления. Поэтому востребованными становятся полностью автоматизированные системы
Борьба с «роем»	Массовой тенденцией становится создание малогабаритных БПЛА, которые должны действовать скоординировано,

	образуя «рой». Соответственно, противодействие таким «стаям» является одним из трендов отрасли
Возложение на системы противодействия БПЛА функций ПВО	В современных локальных войнах БПЛА, в том числе малогабаритные, все активнее вытесняют традиционную авиацию. В виду этого, на новые поколения военных систем борьбы с БПЛА возлагаются практически все те функции, которые ранее выполняла ПВО страны
Более четкое разделение средств борьбы с БПЛА на военные, полицейские и гражданские	Поскольку ситуация и в военной сфере, и в гражданской развивается по разным сценариям, использование для обеих сфер одних и тех же моделей средств борьбы с БПЛА становится проблематичным. Разделение рынка на целевые ниши уже произошло, и в будущем такой раздел будет только усиливаться

Источник: составлено по материалам [1; 3; 9].

Если анализировать указанные тенденции более подробно, то можно указать на их следующие специфические черты:

1) универсализация средств борьбы с БПЛА. Поскольку основными направлениями дальнейшего развития самих БПЛА являются создание беспилотных аппаратов, которые могут решать все задачи, возлагаемые до настоящего времени на пилотируемые самолеты и вертолеты, и создание стай (роев) малоразмерных и дешевых БПЛА для уничтожения живой силы, вооружения и военной техники, то и от средств борьбы с ними заказчики требуют многофункциональности. Эффективность решения значительной части задач беспилотной авиацией может быть выше, чем пилотируемыми летательными аппаратами. Это обусловлено более быстрой реакцией на изменение обстановки автоматической системой управления летательных в сравнении с реакцией летчика, а также отсутствием ограничений на перегрузки при их маневре. Соответственно, возникает необходимость в столь же быстрых системах противодействия БПЛА;

2) в настоящее время во многих государствах проводятся исследования по тактике стай или роев разведывательных и разведывательно-ударных БПЛА, которая заключается в создании самоорганизующихся с помощью искусственного интеллекта групп (роев) большого количества, как правило, мини-БПЛА и микро-БПЛА, имеющих общую цель по обнаружению и поражению каких-либо объектов, например радиолокационных средств ПВО. Рой таких БПЛА очень

сложно уничтожить полностью, а изменение противником его задач потребует лишь изменения элементов программного обеспечения в системе управления им, что позволит вести эффективную разведку и поражать объекты выбранного типа с минимальными материальными затратами и без людских потерь. Рои микро-БПЛА и мини-БПЛА, а также ложные цели будут представлять особую опасность для системы противовоздушной обороны (ПВО) противника. Изначально, противодействовать таким тактическим приемам можно было при помощи средств радиоэлектронной борьбы: весь «рой» можно было «отключить» от центра управления. Однако, следующее поколение подобных устройств будет независимым от оперативных систем управления, и, поэтому, противостояние с таким «роем» является сложной тактической задачей;

3) расширение функциональности систем противодействия БПЛА за счет выполнения части функций системы ПВО страны. Дальнейшее увеличение общего количества и развитие БПЛА изменят их роль в современных военных конфликтах: они превратятся из обеспечивающих средств в один из важнейших компонентов военных действий. Нарастание в государствах – потенциальных противниках Российской Федерации общего количества БПЛА наряду с развитием высокоточных средств поражения дальнего действия обуславливает возможность применения ими в военных конфликтах против России исключительно беспилотных средств. Пилотируемая авиация будет применяться, вероятнее всего, для запуска ложных целей, крылатых и гиперзвуковых ракет, не входя не только в зоны действий истребительной авиации и зенитных ракетных сил и средств, но и в зоны их обнаружения радиолокационными силами и средствами противника. Это изменит общие способы нанесения ударов средствами воздушного нападения (СВН), ведения воздушных наступательных операций (ВНО) и кампаний.

В воздушных операциях массированные ракетно-авиационные удары (МРАУ) будут заменены ударами гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЗЛА), нестратегических баллистических и крылатых ракет (БР, КР) и БПЛА. В первом эшелоне подавления ПВО МРАУ вместо специальных самолетов следует

ожидать применения большого количества ложных целей и групп (роев) мини и микро-БПЛА. В ВНО и кампаниях после нанесения первого внезапного (упреждающего) удара ярко выраженные МРАУ, вероятнее всего, будут заменены «размытыми» во времени одиночными, групповыми и сосредоточенными ударами БР, КР и БПЛА, которые будут наноситься по мере обнаружения объектов поражения противника с использованием принципов сетецентрических боевых действий. БПЛА, вероятнее всего, будут непрерывно присутствовать в воздушном пространстве противника для ведения разведки и нанесения ударов по выявленным объектам. При этом большие потери беспилотных средств не будут являться ограничивающим фактором при планировании и организации нанесения ударов по объектам и группировкам войск (сил) противника;

4) дальнейшая диверсификация рынка средств борьбы с БПЛА. Углубление на рынке самих БПЛА (как по функциональному признаку, так и по базовым характеристикам) неминуемо ведет в большее глубокой специализации на рынке средств борьбы с ними. Если ранее можно было говорить про возможности некой стандартизации, унификации «гражданских» и «военных» средств, то теперь параллельное использование подобных технологий становится невозможным. В первую очередь нужно указать на то, что есть разделение согласно принципу «летального» и «не летального» поражения цели. Соответственно, в гражданских технологиях первый принцип неприемлем. Однако, БПЛА разного функционала все больше различаются и по базовым техническим характеристикам: скорости, высоте полета, взлетной масса, дальности, и т. д.

К тому же сама стратегия проектировки, производства и использования БПЛА все в большей мере становится агрессивной. Значительное увеличение общего количества СВН (за счет беспилотных средств), которые потенциальные противники Российской Федерации могут применить в военных действиях против нее, характер их действий, а также возможность применения БПЛА в мирное время требуют пересмотра многих существующих положений по составу сил и средств, а также организации ПВО объектов страны и группировок войск (сил)

как в мирное, так и в военное время. Причины данного пересмотра могут быть следующими:

1) значительную часть СВН, которую будут представлять мини и микро-БПЛА, из-за их малой эффективной площади рассеивания (ЭПР), низких высоты и скорости полета, традиционные средства разведки и поражения ПВО (обзорные РЛС, зенитные ракетные комплексы и системы (ЗРК, ЗРС) дальнего действия и средней дальности, истребители) не способны не только поражать, но и обнаруживать их. Кроме того, количество этих комплексов и систем установлено для решения основных задач по обороне определенных объектов и группировок войск (сил) от традиционных средств воздушного нападения и ограничивается экономическими факторами. Несмотря на то что ряд ЗРК, ЗРПК и зенитных самоходных установок Сухопутных войск («Тор-М1(2,2У)», «Оса-АКМ», «Тунгуска», «Сосна», «Стрела-10М3», переносной ЗРК «Верба, ЗСУ «Шилка», 57–2, «Деривация-ПВО») и зенитные огневые средства кораблей могут поражать мини- и микро БПЛА, эти средства применяются в боевых порядках своих соединений, частей, подразделений и на кораблях и могут решать частные задачи борьбы с БПЛА, которые действуют только в границах их ответственности;

2) применение большого количества ложных целей и групп (роев) мини- и микро-БПЛА как средств преодоления системы ПВО вызовет их обстрел, прежде всего ЗРК дальнего действия и средней дальности, который приведет к быстрому расходу боекомплекта ракет, несоизмеримо более дорогих, чем БПЛА, и созданию условий для дальнейшего беспрепятственного применения высокоточного оружия более мощного, чем БПЛА;

3) применение управляемых роев ударных БПЛА, наносящих одновременные удары по объектам и элементам системы ПВО с разных направлений резко уменьшает вероятность их отражения;

4) появление большого количества ударных БПЛА требует организации обороны значительно большего общего количества объектов непосредственно с началом военных действий, а также обороны ряда важных объектов государственного управления, промышленности, топливно-энергетического комплекса,

экологически опасных объектов, объектов инфраструктуры и массовых мероприятий в мирное время.

Приведенные факторы и прежде всего неспособность традиционных средств ПВО разведывать и поражать мини- и микро-БПЛА обусловили разработку способов борьбы с БПЛА существующими средствами ПВО и требований к их модернизации, а также необходимость пересмотра состава сил и средств в общей системе ПВО государства и Вооруженных Сил.

Обнаружение, подавление и поражение мини- и микро-БПЛА по опыту борьбы с ними в Сирии потребовало специальных доработок ряда радиолокационных станций (РЛС) и зенитных ракетно-пушечных комплексов (ЗРПК) «Панцирь-1С», а также применение средств РЭБ. Комплексы РЭБ обеспечивают обнаружение и подавление радиосетей управления и навигации БПЛА, что приводит к дезориентации их управления и падению. Возможен перехват управления некоторыми аппаратами, которые могут быть посажены. Такой опыт в Сирии и других военных конфликтах имеется¹⁵.

Таким образом, можно сделать следующий вывод. По состоянию на 2021 г. можно констатировать, что мировой рынок средств борьбы с БПЛА в целом разделен между основными производителями, и российские компании не занимают лидирующих позиций. Наибольшая доля рынка принадлежит компаниям из США, их стран-союзниц по НАТО. Во многом это можно объяснить тем, что данный рынок, как и рынок вооружений в целом, серьезно политизирован. С другой стороны, можно констатировать и то, что продукция российских компаний в целом не уступает по своим тактико-техническим характеристиками иностранным аналогам, когда речь идет о противодействии крупным БПЛА. Правда, иностранные аналоги могут превосходить российские в сегменте гражданского применения.

Заключение

¹⁵ Теодорович Н.Н. Способы обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами / Н.Н. Теодорович, С.М. Строганова, П.С. Абрамов // Вестник евразийской науки. – 2017. – №9. – С. 38–45. – EDN YMXONN.

Итак, мировой рынок средств борьбы с БПЛА развивается параллельно рынку самих БПЛА. Стремительный прогресс беспилотной авиации произвел полноценную революцию в сфере летательных аппаратов: «беспилотники» стали не просто дублером летательных средств, но существенно расширили их функции в принципе. Увеличение дальности полета, миниатюризация, новые функции – все это способствовало резкому изменению, как военной обстановки, так и ситуации в гражданской сфере. Ввиду этого резко возрос спрос и на сами средства борьбы с БПЛА. В отличие от других видов вооружений, подобные системы быстро вышли за рамки сугубо военного применения: гражданский рынок развивается также динамично. Насыщение современного воздушного пространства БПЛА способствует тому, что практически для каждого крупного участника экономических отношений крайне актуальным становится вопрос защиты своих интересов, своей безопасности. Структура рынка средств борьбы с БПЛА в целом соответствует рынку самих БПЛА: для каждого класса летательных аппаратов (в зависимости от их габаритов, характеристик полета, системы управления, функций) существуют аналогичные системы, которые призваны им противодействовать. Однако на рынке средств борьбы с БПЛА есть и уникальные ниши: например, универсальные средства борьбы, которые используют радиоэлектронное подавление. Для современного рынка средств борьбы с БПЛА характерен постоянный рост: его ежегодный объем, по разным оценкам, находится в пределах 2–5 млрд долл. В современных условиях стремительное развитие самих беспилотных летательных аппаратов способствовало тому, что они становятся все более популярными в самых разных нишах, как в военной сфере, так и в гражданской. БПЛА вышли за рамки использования в качестве «дублеров» пилотируемых летательных аппаратов. Отказ от пилотирования, и переход на дистанционное или же автономное управление дал возможность резко расширить как функции БПЛА, так и их тактико-технические характеристики. В данный момент можно констатировать существование большого количества ниш БПЛА, которые классифицируются как по размерам, так и по функциям, и по системам управления (в том числе существует четкая градация между военными и

гражданскими БПЛА). Соответственно, рынок средств борьбы с БПЛА расширяется параллельно. В виду того, что БПЛА очень широко используется в гражданской сфере, то и спрос на средства противодействия существенный и со стороны частных лиц и организаций.

Современный рынок средств борьбы с БПЛА демонстрирует постоянный рост: в среднем рынок растет на 10–15% в год. С одной стороны, такая динамика обеспечивается тем, что средства борьбы быстро устаревают: меняется компонентная база, а уже существующие системы требуют обновления. С другой стороны, интенсивное насыщение рынка все новыми БПЛА требует принятия мер по охране приватности, а также обеспечению безопасности на крупных промышленных предприятиях, а также объектах, связанных с наибольшим риском.

Специфика поставок систем борьбы с БПЛА отличает то, что производители придерживаются максимальной гибкости при учете требований заказчиков. В целом, данные системы в принципе менее дороги и сложны в разработке, что позволяет участвовать на рынке даже небольшим компаниям. В то же время, требования заказчиков по обеспечению безопасности каждого конкретного объекта могут быть очень специфическими, и поэтому заказчики зачастую предлагают модульные решения, которые можно приспособить под конкретные требования. В тоже время, многие системы борьбы с БПЛА изначально предполагают возможность комбинирования, совмещения, использования параллельно с другими системами вооружений. В целом, на рынке получили распространения несколько форматов приемлемых решений: портативные решения для борьбы с БПЛА (как правило, это гражданские системы), мобильные решения, стационарные решения. Нужно отметить то, что военные системы, даже при очень большой мощности, обычно создаются мобильными, чтобы иметь возможность быстрой передислокации. Стационарные системы по большей части ориентированы на гражданский сектор: они должны блокировать работу БПЛА на определенной территории.

Еще одной особенностью современных систем борьбы с БПЛА является постоянное расширение их модельного ряда и предельная кастомизация.

Например, на рынке существуют как очень мощные установки, способные средствами радиоэлектронной борьбы подавлять БПЛА в радиусе десятков километров, так и индивидуальные предложения, которые могут иметь формат программного приложения для телефона.

Для рынка средств борьбы БПЛА характерна двойственная тенденция развития. С одной стороны, этот рынок развивается параллельно рынку самих БПЛА. То есть, беспилотные летательные аппараты постоянно расширяют свою номенклатуру: появляются как миниатюрные устройства, так и сверхтяжелые, способные заменить собой самолет. Соответственно, и рынок средств борьбы с ними также развивается параллельно: появляются как все более мощные установки, так и портативные устройства. С другой стороны, на рынке средств борьбы с БПЛА существуют и уникальные предложения, которые отличаются универсальностью в использовании, а также чрезвычайной портативностью.

К числу перспективных тенденций развития, которые уже сейчас проявляются на рынке, следует отнести: дальнейшую универсализацию средств борьбы с БПЛА, автоматизацию управления, необходимость борьбы со «стаями» портативных БПЛА, более жесткое разделение функций гражданских и военных систем (в том числе из-за законодательного регулирования).

Список литературы

1. Бочмага Д.А. Проблемы противодействия БПЛА в учреждениях ФСИН России / Д.А. Бочмага // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – №1. – С. 89–92. – EDN VONEPG
2. Военная доктрина Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/41d527556bec8deb3530.pdf> (дата обращения: 24.06.2024).
3. Галаган И.Б. Беспилотные летательные аппараты как средство противодействия войскам в ходе выполнения служебно-боевых задач. Опыт борьбы с БПЛА в зарубежных странах / И.Б. Галаган // Академический вестник войск национальной гвардии Российской Федерации. – 2019. – №4. – С. 45–49. – EDN IPDQAR

4. Дорошкевич В.Г. Применение беспилотных летательных аппаратов в структуре вооруженных сил / В.Г. Дорошкевич // Актуальные вопросы ведения и обеспечения боевых действий подразделений: материалы конференции (г. Гродно, 2020 г.). – С. 42–44. EDN OXGALR

5. Костин А.С. Вопросы современного развития рынка беспилотных летательных аппаратов / А.С. Костин, Н.В. Богатов // Системный анализ и логистика. №4. 2019. С. 65–72. EDN RYGHDC

6. Москвин С.В. Методы противодействия малозаметным БПЛА // Инновационные технологии и технологические средства специального назначения. – 2018. – №43. – С. 209–211. – EDN YVIPGK

7. О планах развития Вооруженных сил России до 2030 года говорили на заседании Совбеза РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.1tv.ru/news/2019-11-22/376196-o_planah_razvitiya_vooruzhen-nyh_sil_rossii_do_2030_goda_govorili_na_zasedanii_sovbeza_rf (дата обращения: 24.06.2024).

8. Теодорович Н.Н. Способы обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами / Н.Н. Теодорович, С.М. Строганова, П.С. Абрамов // Вестник евразийской науки. – 2017. – №9. – С. 38–45. – EDN YMXONN

9. Тикшаев В.Н. Проблема борьбы с беспилотными летательными аппаратами и возможные пути ее решения / В.Н. Тикшаев, В.В. Барвиненко // Военная мысль. – 2021. – №1. – С. 125–132. – EDN GOSQAP

10. Янгиров А.И. Обзор и анализ современного рынка средств борьбы с БПЛА / А.И. Янгиров // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем: сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 302–303. – EDN ESADZA

11. Counter-Unmanned Aircraft Systems Market Survey [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1761916> (дата обращения: 24.06.2024).

12. Melnichuk A., Kuzina E.A., & Yurkov N.K. (2020, May). Methods and means for countering unmanned aerial vehicles. In 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) (pp. 1–6). IEEE.

13. Nichols R.K., Mumm H.C., Lonstein W.D., Ryan J.J., & Carter C. (2018). Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the Cyber Domain: Protecting USA's Advanced Air Assets. New Prairie Press

14. Fouda R.M. (2018). Security vulnerabilities of cyberphysical unmanned aircraft systems. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 33 (9), 4–17.

15. Kratky M., & Farlik J. (2018). Countering UAVs-the Mover of Research in Military Technology. Defence Science Journal, 68 (5).

16. Technical and economic aspects of the development of green energy in the Middle East region / S.A. Kupreev, O.E. Samusenko, D.N. Ermakov [et al.] // RUDN Journal of Engineering Research. – 2023. – Vol. 24. No. 2. – P. 144–156. – DOI 10.22363/2312-8143-2023-24-2-144-156. – EDN BJNKQE.

17. Коршунов А.В. Анализ механизмов преодоления международных экономических санкций в условиях цифровой экономики / А.В. Коршунов, Д.Н. Ермаков, А.В. Егельская // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2022. – Т. 12. №6. – С. 66–82. – DOI 10.21869/2223-1552-2022-12-6-66-82. – EDN KEMXOG.

18. Усовершенствованный диодный лазер со специализированным инструментом доставки луча в мини-инвазивном лазерном лечении сосудистой аноректальной патологии / Е.В. Кузнецов, Н.К. Жижин, Ю.Д. Голяев [и др.] // Computational Nanotechnology. – 2022. – Т. 9. №1. – С. 139–144. – DOI 10.33693/2313-223X-2022-9-1-139-144. – EDN IDZXPД.

19. Определение оптимальной модели машинного обучения для предсказания паводков на реке Амур / Н.Э. Александров, Д.Н. Ермаков, Н.М.Х.А. Азиз [и др.] // Computational Nanotechnology. – 2022. – Т. 9. №2. – С. 11–20. – DOI 10.33693/2313-223X-2022-9-2-11-20. – EDN NNREIM.

20. Перспективы применения аддитивных технологий в России в отраслевом ракурсе (на примере авиационной промышленности) / У.А.М. Найм,

Д.Н. Ермаков, В.М. Мельников [и др.] // *Computational Nanotechnology*. – 2022. – Т. 9, №2. – С. 56–66. – DOI 10.33693/2313-223X-2022-9-2-56-66. – EDN KPWABK.

21. Management accounting and economic security in corporate management of agricultural company operation / G. Ya. Ostaev, R.A. Alborov, D.N. Ermakov [et al.] // *Revista de la Universidad del Zulia*. – 2022. – Vol. 13. No. 36. – P. 158–172. – DOI 10.46925//rdluz.36.11. – EDN ZRCERZ.

22. Повышение качества и экономической эффективности разработки и производства лазерных гироскопов на основе методов компьютерного моделирования / Е.В. Кузнецов, Ю.Д. Голяев, Ю.Ю. Колбас [и др.] // *Автоматизация в промышленности*. – 2021. – №9. – С. 15–22. – DOI 10.25728/avtprom.2021.09.02. – EDN NASNGM.

23. Хуснулин Р.К. Системный анализ практики управления собственными технологическими компетенциями в зарубежных компаниях / Р.К. Хуснулин, С.В. Орлов, Д.Н. Ермаков // *Проблемы теории и практики управления*. – 2021. – №10. – С. 138–161. – DOI 10.46486/0234-4505-2021-10-138-161. – EDN VSUCHJ.

24. Особенности применения средств компьютерного моделирования для совершенствования процессов изготовления лазерных гироскопов / Е.В. Кузнецов, Д.Н. Ермаков, О.В. Самусенко [и др.] // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. – 2021. – Т. 15. №12. – С. 31–43. – DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-12-31-43. – EDN XFMCEM.

25. Renewable energy in sustainable electricity and economic development: The case of nigeria / E.R. Ovwigho, Y. Chepurko, O.Y. Kazenkov [et al.] // *International Journal of Energy Economics and Policy*. – 2020. – Vol. 10. No. 1. – P. 165–169. – DOI 10.32479/ijeep.8836. – EDN PTTNUR.

26. Ruchkina G.F. Analysis of foreign experience in the regulatory framework of distributed ledgers and ico (Initial coin offering) within innovative economy / G.F. Ruchkina, D.N. Ermakov // *Humanities and Social Sciences Reviews*. – 2019. – Vol. 7. No. 4. – P. 906–910. – DOI 10.18510/hssr.2019.74121. – EDN EXZESE.

Каширин Александр Иванович – д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой инновационного менеджмента и внешнеэкономической деятельности в промышленности ВШППиП ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патрисия Лумумбы», заместитель председателя Научно-технического совета ГК «Ростех», Москва, Россия.

Полетаев Илья Владимирович – аспирант Высшей школы промышленной политики и предпринимательства ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патрисия Лумумбы», Москва, Россия.
