

# Анализ состояния развития и применения беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения задач РХБ безопасности

© АВТОРЫ, 2022  
УДК 629.7:358.39:54  
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-4-372-385>  
<https://elibrary.ru/havvlu>



К.Н. Аккузин, Е.С. Макеев

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко»  
Министерства обороны Российской Федерации, 156015, Российская Федерация,  
г. Кострома, ул. Горького, д. 16

Поступила 30.06.2022 г. Принята к публикации 23.12.2022 г.

Лекция предназначена для подготовки специалистов в высших военных учебных заведениях по Федеральному государственному стандарту «Робототехника военного и специального назначения», а также для профессионально-должностной подготовки офицеров и операторов робототехнических комплексов с беспилотными летательными аппаратами в учебных центрах и воинских частях.

В лекции рассмотрены три учебных вопроса:

- 1) Анализ источников радиационных, химических и биологических угроз в Российской Федерации.
- 2) Анализ состояния развития и применения зарубежных беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения задач радиационной, химической и биологической безопасности.
- 3) Анализ состояния развития и применения отечественных беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения задач радиационной, химической и биологической безопасности.

*Ключевые слова:* беспилотные летательные аппараты; РХБ безопасность; система вооружения и средств РХБ защиты.

*Библиографическое описание:* Аккузин К.Н., Макеев Е.С. Анализ состояния развития и применения беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения задач РХБ безопасности // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6, № 4. С. 372–385. EDN: HAVVLU.  
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-4-372-385>

В лекции рассматриваются источники потенциальных РХБ угроз, а также проводится анализ тенденций развития и применения отечественных и зарубежных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для решения задач РХБ безопасности.

Материал, представленный в лекции, направлен на расширение знаний обучающихся в области РХБ угроз, а также развития и применения БЛА в целях обеспечения РХБ безопасности войск и населения. Рассмотрены характер и виды актуальных на сегодняшний день угроз РХБ направленности. Проанализировано современное состояние вопроса разработки и подходы к применению БЛА как отечественного, так и зарубежного про-

изводства, в целях предотвращения и ликвидации РХБ угроз.

Первые работы по созданию в СССР беспилотных летательных аппаратов начались в начале 30-х годов XX века. Первоначально нагруженные взрывчаткой радиоуправляемые БЛА рассматривались в роли «воздушных торпед». Их предполагалось использовать против важных целей, хорошо прикрытых зенитной артиллерией, где пилотируемые бомбардировщики могли понести большие потери.

Первым самолетом, на котором в СССР было испытано дистанционное радиоуправление, стал двухмоторный бомбардировщик ТБ-1 конструкции А.Н. Туполева (рисунок 1),

испытания которого начались в октябре 1933 года<sup>1</sup>.

На протяжении почти столетия, параллельно с научно-техническим прогрессом, развивались и БЛА, обеспечивая при этом новые возможности их применения, одной из которых является обеспечение РХБ безопасности.

Войска РХБ защиты Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) являются одним из ключевых формирований, обеспечивающих предотвращение и ликвидацию РХБ угроз в Российской Федерации.

Именно специалисты войск РХБ защиты ВС РФ одними из первых применили технологии робототехники при выполнении задач по предназначению, что обусловлено высокими рисками для личного состава при выполнении таких задач.

Опыт применения робототехнических комплексов (РТК), полученный в результате ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.), стал мощным толчком в сфере разработок как наземных экстремальных РТК отечественного производства [1], так и БЛА, и уже в 1990 году испытательный полет совершил один принципиально новых БЛА, тогда еще Вооруженных Сил СССР – «Пчела-1Т», разработанный НИИ «Кулон» [2].

### 1. Анализ источников радиационных, химических и биологических угроз в Российской Федерации

Любая современная война, в любом ее проявлении, будет характеризоваться постоянной угрозой применения противником ядерного и других видов оружия массового поражения, массированным применением высокоточного оружия, катастрофическими последствиями разрушений радиационно, химически и биологически опасных объектов.

Не меньшую опасность для населения представляют и РХБ угрозы мирного времени.

Рассмотрим актуальные на сегодняшний день потенциальные источники РХБ угроз.

#### *Угрозы радиационного характера*

Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения<sup>2</sup>.



**Рисунок 1 – Двухмоторный бомбардировщик ТБ-1 конструкции А.Н. Туполева с дистанционным управлением (URL: <https://topwar.ru/137169-otechestvennaya-bespilotnaya-aviaciya-chast-1.html>; дата обращения: 24.05.2022)**

Угрозу такой безопасности для граждан РФ в военное время представляет политика стран блока НАТО.

Так, США обновили свою ядерную доктрину и разрабатывают боеголовку малой мощности для баллистических ракет подводного базирования и крылатых ракет морского базирования, которые не нуждаются в поддержке страны размещения, чтобы оставаться действенным средством сдерживания<sup>3,4</sup>.

Основными источниками угроз радиационного характера в мирное время являются аварии и штатные ситуации на объектах, использующих радиоактивные материалы (атомные электростанции, радиохимические предприятия промышленности; предприятия по производству, ремонту и утилизации судов атомного флота; хранилища выведенных из эксплуатации атомных реакторов и отработанного ядерного топлива; полигоны захоронения ядерных отходов; объекты по производству, эксплуатации и хранению ядерного оружия, ядерных установок, изделий на основе ядерных материалов).

Высокотехнологичные объекты атомной отрасли рассредоточены по различным субъектам РФ. В 22 субъектах РФ расположены 27 градообразующих предприятий атомного комплекса, а в 18 субъектах – другие предприятия Госкорпорации «Росатом» [3].

<sup>1</sup> Отечественная беспилотная авиация (часть 1). URL: <https://topwar.ru/137169-otechestvennaya-bespilotnaya-aviaciya-chast-1.html> (дата обращения: 14.05.2022).

<sup>2</sup> О радиационной безопасности населения: Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ (ред. от 11 июня 2021 г.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/9015351/titles/64U0IK?ysclid=lbqkz8as8r684644673> (дата обращения: 02.12.2022).

<sup>3</sup> Малой мощностью. Почему Россию тревожат новые американские ядерные боеголовки. URL: <https://news.rambler.ru/usa/43633477-maloy-moschnostyu-pochemu-rossiyu-trevozhat-novye-amerikanskie-yadernye-boegolovki/?ysclid=lbgl3j47ql705747531> (дата обращения: 02.12.2022).

<sup>4</sup> США создают ядерное оружие малой мощности. URL: <https://newsland.com/post/6193622-ssha-sozdadut-iadernoe-oruzhie-maloi-moshchnosti?ysclid=lbgl2ski6u766652367> (дата обращения: 02.12.2022).

В состав ядерного энергетического комплекса входят более 90 предприятий, действующих во всех сегментах атомной энергетики и ядерного топливного цикла.

В Российской Федерации эксплуатируется 11 атомных электростанций, включающих 37 энергоблоков, в том числе плавучая АТЭС «Академик Ломоносов».

Ядерный оружейный комплекс Госкорпорации «Росатом» обеспечивает реализацию нашей страной политики ядерного сдерживания, осуществляя свою деятельность совместно с предприятиями оборонно-промышленного комплекса России, управлениями, соединениями и воинскими частями МО РФ. В состав ядерного оружейного комплекса входят федеральные ядерные центры в городах Сарове и Снежинске, ФГУП «ПО «Маяк», ФГУП «Комбинат «ЭХП», ФГУП «ПСЗ» и другие.

Российская Федерация обладает самым мощным атомным ледокольным флотом в мире. Управлять работой ледоколов уполномочено ФГУП «Атомфлот», базирующееся в Мурманске. В настоящее время «Атомфлот» эксплуатирует 6 атомных ледоколов («Ямал» и «50 лет Победы», «Таймыр» и «Вайгач», «Арктика», «Сибирь»), а также лихтеровоз-контейнеровоз «Севморпуть» и спецтанкер для жидких радиоактивных отходов «Серебрянка».

В ВС РФ на сегодняшний день насчитывается более 40 атомных подводных лодок, а в научно-исследовательских организациях – свыше 46 ядерных установок.

Основными центрами, обеспечивающими исследования в области фундаментальной ядерной физики в Госкорпорации «Росатом», являются государственные научные центры Российской Федерации ИФВЭ (Московская область, г. Протвино) и ИТЭФ (г. Москва).

Хранение и переработка отработанного ядерного топлива осуществляется на двух комбинатах: ФГУП «Горно-химический комбинат» и ФГУП «ПО «Маяк», в которых имеются хранилища бассейнового типа для хранения отработанного ядерного топлива отечественных АЭС и транспортных ядерно-энергетических установок. Темпы переработки радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива отстают от темпов их образования. Последнее, наряду с техногенными факторами, обуславливает потенциальные риски радиационных аварий, подробно рассмотренных в [1].

#### *Угрозы химического характера*

Состояние химической безопасности определяется состоянием защищенности на-

селения и окружающей среды от негативного воздействия опасных химических факторов, при котором химический риск остается на допустимом уровне<sup>5</sup>.

Наличие опасных химических факторов, формирующих недопустимый риск и способных привести к возникновению массовых отравлений, ухудшению ситуации в области химической безопасности и (или) перерастанию ее в чрезвычайную ситуацию химического характера, представляет собой химическую угрозу.

Одним из недавних примеров крупнейшей химической катастрофы является взрыв аммиачной селитры в порту г. Бейрут (Ливан) 4 августа 2020 г. в результате которого погибло более 130 человек и пострадало около 5 тыс. человек.

В Российской Федерации функционирует не менее 2800 предприятий промышленности и жизнеобеспечения, представляющих собой аварийно-опасные химические объекты.

Предприятия подобного рода дислоцируются во всех федеральных округах и в 71-м субъекте РФ. Наибольшее развитие химическая отрасль получила в четырех федеральных округах: Приволжском (доля округа в общем объеме производства химического комплекса РФ составляет 43,5%), Центральном (24,4%), Сибирском (11,2%) и Южном (10,4%).

К числу городов, высоконагруженных производствами и объектами химического профиля, относятся: г. Дзержинск (Нижегородская область), г. Новочебоксарск (Чувашская Республика), г. Кирово-Чепецк (Кировская область), г. Березники (Пермский край), г. Волгоград, г. Нижнекамск (Республика Татарстан), г. Стерлитамак (Республика Башкортостан), г. Невинномыск (Ставропольский край), г. Волжский (Волгоградская область), г. Чапаевск (Самарская область), г. Кемерово, г. Череповец (Вологодская область).

Угрозу населению РФ создавали запасы химического оружия, дислоцировавшиеся на 7 объектах хранения в Курганской, Брянской, Кировской, Пензенской, Саратовской областях и Удмуртской Республике. Однако уже в 2017 г. все запасы химического оружия в РФ были уничтожены по федеральной программе.

На сегодняшний день наибольшую опасность представляют собой такие аварийно химически опасные вещества, применяющиеся в промышленности, как: аммиак, ацетонитрил, водород фтористый, водород цианистый, диметиламин, метил хлористый, метилакрилат, ни-

<sup>5</sup> Указ Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу». URL: <https://docs.cntd.ru/document/553849979?ysclid=lbgra410g2591203635> (дата обращения: 02.12.2022).



трил акриловой кислоты, окислы азота, окись этилена, сернистый ангидрид, сероводород, сероуглерод, соляная кислота, формальдегид, фосген, хлор, хлорпикрин [3].

#### *Угрозы биологического характера*

Главные угрозы биологического характера, обуславливающие необходимость защиты населения, определяются в первую очередь потенциальной вероятностью аварий на таких биологически опасных объектах как: военно-биологические объекты по разработке средств защиты от биологического оружия; промышленные объекты по производству медико-биологических средств защиты; объекты по хранению запасов медико-биологических средств защиты; промышленные объекты, выпускающие или использующие в производственном цикле особо опасные биологические агенты и патогенные организмы; научно-исследовательские институты и учебные заведения микробиологического, вирусологического и эпидемиологического профиля; санитарно-эпидемиологические и ветеринарные учреждения, использующие биологически опасные вещества и патогенные организмы; скотомогильники и природные резервуары с возбудителями опасных и особо опасных инфекционных заболеваний человека, сельскохозяйственных животных и растений.

В Российской Федерации имеется более 120 объектов различной ведомственной принадлежности, имеющих биологически опасные агенты, при этом около 40% из них находятся в Москве и Московской области.

Основным фактором потенциальной опасности производств на этих объектах является биологический контакт с микроорганизмами I-II групп патогенности и продуктами микробиологического синтеза. Возможности современного биотехнологического оборудования позволяют получать тысячи литров высококонцентрированного микробосодержащего материала, что создает угрозу распространения возбудителей инфекционных заболеваний за пределы рабочей и санитарной зон.

Еще больший масштаб заражения могут вызвать технологические и аварийные выбросы, сопровождающиеся диспергированием возбудителей во внешнюю среду и созданием высоких уровней биологического заражения, сопоставимых с применением биологического оружия.

#### *РХБ угрозы террористического характера*

Учитывая сложившуюся геополитическую обстановку, вероятность совершения терактов РХБ направленности увеличивается. Такая вероятность, прежде всего, обусловлена колоссальным психологическим эффектом, который они способны создать.



**Рисунок 2 – Образцы беспилотных летательных аппаратов, оснащенных емкостями и оборудованием для распыления рецентур (URL: <https://smotrim.ru/article/2997393>; дата обращения: 25.05.2022)**

Существует опасность проведения террористических актов как с провоцированием аварий на РХБ опасных объектах, так и с применением преимущественно химических и биологических веществ в местах массового скопления населения.

В первом случае последствия сравнимы с техногенными авариями, алгоритм ликвидации которых достаточно широко описан в существующих методических документах. Второй случай более опасен и имеет свои особенности.

При совершении террористических актов в местах массового пребывания населения с использованием опасных химических веществ наиболее вероятно применение таких веществ, которые обладают наибольшим ингаляционным токсическим действием, имеют малый период скрытого действия, а также которые легко изготовить в производственных и лабораторных условиях или приобрести под видом использования для бытовых нужд.

Ничтожно малые инфицирующие дозы возбудителей инфекционных болезней и токсинов, отсутствие высокочувствительных и специфичных методов и средств экспресс-индикации микроорганизмов в пробах из объектов окружающей среды, недостаточная эффективность средств общей и экстренной профилактики и патогенетического лечения определяют потенциальную угрозу использования биологических поражающих агентов в террористических целях.

Наиболее опасный вариант биологического и химического терроризма сводится к скрытому (диверсионному) распространению аэрозоля биологического поражающего агента или токсичного химического вещества в местах массового скопления людей, что может привести к возникновению трудно объяснимых на начальном этапе симптомов и вызвать общую



**Рисунок 3 – Интегрированная дорожная карта развития беспилотных систем на период 2013–2038 годов, США (URL: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc949794/>; дата обращения: 02.06.2022)**

панику, создав при этом крайне напряженную социальную и эпидемиологическую обстановку.

Из доклада начальника войск РХБ защиты ВС РФ генерал-лейтенанта Кириллова Игоря Анатольевича, что во время спецоперации на территории Украины были выявлены факты работы с рецептурами, которые являются потенциальными агентами биооружия<sup>6</sup>.

Кроме этого, на Украине были обнаружены несколько образцов БЛА, оснащенных емкостями и оборудованием для распыления рецептур (рисунок 2).

Вышеизложенное свидетельствует о реальной угрозе применения противником токсичных химикатов и биологических агентов и делает крайне актуальным рассмотрение вопроса противодействия подобным угрозам.

## 2. Анализ состояния развития и применения зарубежных беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения задач радиационной, химической и биологической безопасности

<sup>6</sup> МО РФ: на Украине нашли еще 10 беспилотников с 30-литровыми емкостями и оборудованием для распыления. URL: <https://tvzvezda.ru/news/20225111626-10BHP.html?ysclid=lbgrh3uulos269626145> (дата обращения: 02.12.2022).

<sup>7</sup> Беспилотные летательные аппараты (БЛА) зарубежных стран. Разработка и основные модели. URL: <http://www.modernarmy.ru/article/152> (дата обращения: 18.05.2022).

Мировым лидером по развитию и внедрению беспилотных технологий являются США и Израиль. В декабре 2013 года Пентагон выпустил «Интегрированную дорожную карту развития беспилотных систем на период 2013–2038 гг.», в которой сформулированы перспективы и цели в сфере развития РТК ВН на 25 лет вперед, а также определяются направления и способы достижения этих целей Министерством обороны и промышленностью США<sup>7</sup> (рисунок 3).

Анализ распределения финансирования на развитие робототехнических систем Минобороны США свидетельствует, что 90 % всех расходов идут на БЛА, чуть более 9 % – на морские и около 1 % – на наземные РТК военного назначения. Это наглядно отражает направления сосредоточения основных усилий в области военной робототехники эвентуального противника.

Одним из основополагающих подходов к разработке беспилотных систем в армии США является использование общих стандартов в программном, системном и сервисном обеспечении.

Курс действий министерства обороны США по выполнению данной задачи заключается в использовании и совершенствовании всех доступных технологий и поиске оптимальной системы взаимозаменяемых архитектур.

Модульность и взаимозаменяемость программных, микропрограммных и аппаратных компонентов позволит избежать многих трудностей при применении БЛА в условиях боевой обстановки.

Ожидается, что в ближайшем будущем количество датчиков, скорость сбора и объем данных, получаемых БЛА на поле боя, будут продолжать экспоненциально увеличиваться. Это создает проблему обработки массивов данных и вызывает необходимость их предварительной обработки, а также анализа и объединения данных, с привязкой к оперативному времени в целях обеспечения военнослужащих своевременной информацией, необходимой для принятия решений, что, в конечном счете, обеспечивает техническое преимущество на поле боя.

Кроме финансируемых государственных программ, в США наблюдается стремительное развитие инициативных разработок в области конструирования БЛА, в том числе и для обеспечения мероприятий РХБ безопасности. Приведем некоторые «открытые» примеры, обнаруженные в результате патентного поиска





**Рисунок 4** – Беспилотный летательный аппарат «Хантер», США–Израиль (URL: <https://www.suasnews.com/2014/03/mq-5b-hunter-drone-from-66th-us-brigade-captured-intact-by-russian-forces/>; дата обращения: 02.06.2022)



**Рисунок 5** – Беспилотный летательный аппарат «Феникс», Великобритания (URL: <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co8096831/bae-systems-phoenix-unmanned-aerial-vehicle>; дата обращения: 02.06.2022)

в данной исследуемой области. «Портативное устройство для отбора проб биологических частиц, находящихся в воздухе» [4], «Отбор проб окружающей среды с помощью БЛА» [5], «Система БЛА для мониторинга окружающей среды» [6], «Сборщики аэрозольных агентов, способы, системы и устройства для мониторинга аэрозольных агентов» [7] и др.

Теперь рассмотрим наиболее успешные зарубежные БЛА, прямо или косвенно предназначенные для решения задач РХБ безопасности.

Целевая нагрузка БЛА «Хантер» (англ. – Hunter, «Охотник»), разработанного совместно США и Израилем, состоит из оптических и тепловых датчиков, лазерного дальномера-целеуказателя, средств радиационно-химической разведки. Вся полезная нагрузка размещается в съемных модулях. Типовыми задачами «Хантера» являются разведка, наблюдение и целеуказание на поле боя и в ближнем тылу, РХБ разведка, радиоэлектронное противодействие (рисунок 4).

В Великобритании по заказу сухопутных войск разработан комплекс с БЛА «Феникс» (англ. – Phoenix). Его основными задачами являются разведка поля боя, наблюдение, обнаружение, распознавание, слежение в реальном масштабе времени и целеуказание круглосуточно в интересах артиллерийского полка и реактивных систем залпового огня. Кроме этого, на БЛА «Феникс» могут возлагаться задачи по осуществлению радиоэлектронной разведки, радиоэлектронного подавления, ретрансляции, ведения РХБ разведки (рисунок 5).

Американской компанией «NevadaNano» разработан и успешно продемонстрирован БЛА с бортовым химическим зондированием. В рамках демонстрации «NevadaNano» пе-



**Рисунок 6** – Беспилотный летательный аппарат коптерного типа «ExynAero» (URL: <https://www.exyn.com/products/exyn-aero-aerial-mapping-drone>; дата обращения: 27.04.2022)

реботала свою систему Molecular Property Spectrometer (MPS) для определения нескольких химических веществ в небольшой 110-граммовый комплект. Технология обнаружения газов MPS идеально подходит для применения в воздухе ввиду своей функциональности и небольшой массы.

Компания «Exyn Technologies» (США) разработала БЛА коптерного типа «ExynAero» (рисунок 8).

Весомыми преимуществами данного БЛА по сравнению с другими являются его абсолютная автономность, ограниченная лишь энергоемкостью элемента питания, возможность работы в условиях ионизирующих излучений, а также возможность выполнения полетных заданий в условиях отсутствия систем геопозиционирования. БЛА «ExynAero» позволяет объединять несколько потоков данных с различных датчиков (в том числе с лидарного<sup>8</sup>)

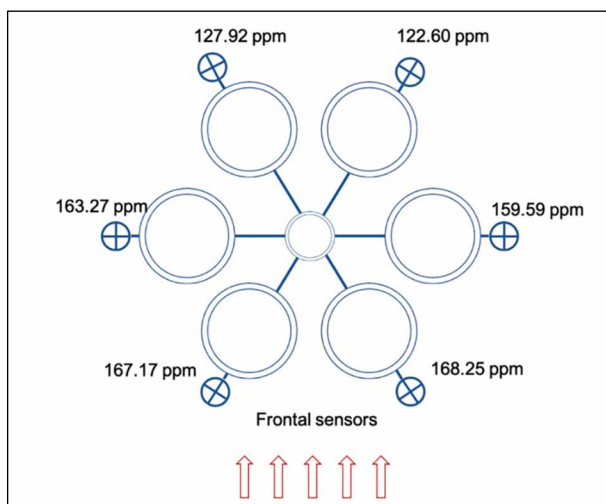
<sup>8</sup> Лидарные датчики используются для лазерного сканирования объектов, измерения расстояния, навигации в закрытом пространстве, обхода препятствий, распознавания жестов, отслеживания объектов, изме-



**Рисунок 7** – Беспилотный летательный аппарат – синхронтер с роботизированным манипулятором (URL: [https://www.dlr.de/content/de/bilder/2016/1/aufnahme-und-transport-eines-mobilen-inspektionsroboters-mit-hilfe-eines-fliegenden-leichtbau-roboterarms-mit-sieben-freiheitsgraden\\_22187.html](https://www.dlr.de/content/de/bilder/2016/1/aufnahme-und-transport-eines-mobilen-inspektionsroboters-mit-hilfe-eines-fliegenden-leichtbau-roboterarms-mit-sieben-freiheitsgraden_22187.html); дата обращения: 05.05.2022)



**Рисунок 8** – Беспилотный летательный аппарат мультироторного типа «SR-SF6» от компании «Skyrobotics» (URL: <https://skyrobotic.com/wp-content/uploads/2016/07/skyrobotic-brochure-SR-SF6.pdf>; дата обращения: 05.05.2022)



**Рисунок 8** – Схема расположения химических детекторов на борту беспилотного летательного аппарата мультироторного типа «SR-SF6» (URL: <https://doi.org/10.3390/drones5030069>; дата обращения: 05.05.2022)

в режиме реального времени, в результате чего бортовой компьютер БЛА распознает геометрические параметры замкнутого пространства и производит радиационную разведку в замкнутых радиационно-опасных объектах.

Инженерами Германского аэрокосмического центра разработан БЛА – синхронтер, оснащенный роботизированным манипулятором с семью степенями свободы. Манипулятор способен захватывать предметы массой до восьми килограммов. Он оборудован силовыми датчиками, благодаря которым

регулируется сила сжатия, что важно при захвате хрупких предметов (рисунок 7).

В настоящее время точность роботизированного манипулятора составляет несколько сантиметров, но в будущем ее планируется повысить до миллиметров. Для поиска и подлета к точке выполнения задач БЛА использует данные GPS. Уже на месте он переключается на систему видеонаведения высокой четкости, состоящей из нескольких камер<sup>9</sup>.

Конечной целью проекта «Aeroarms», в рамках которого и разработан БЛА – синхронтер, является создание БЛА с несколькими манипуляторами, которые можно будет использовать для обследования инфраструктурных объектов, а также обслуживания и ремонта других роботов.

Однако уже сейчас возможности разработанного БЛА – синхронтера могут найти широкое применение при выполнении мероприятий предотвращения и ликвидации РХБ угроз.

Специалистами Римского университета проведены исследования по численному моделированию аэродинамики воздушных потоков, генерируемых БЛА мультироторного типа (рисунок 8). Целью исследований было определение оптимального расположения химических детекторов на борту БЛА с учетом вихрей, создаваемых пропеллерами БЛА (рисунок 9).

В рамках исследований моделировалось заражение воздуха аммиаком и анализировалась чувствительность химических детекторов, размещенных в различных частях БЛА.

Построенное учеными поле концентраций аммиака вокруг БЛА с учетом движения воздушных масс позволило определить радиальную конфигурацию химических детекторов

рения объемов, измерения высоты, 3D съемки местности т.д.

<sup>9</sup> Немцы скрестили дрон с роборукой. URL: <https://nplus1.ru/news/2016/03/09/drone> (дата обращения: 05.05.2022).



**Рисунок 10** – Групповое применение беспилотных летательных аппаратов для нахождения утечки аэрозоля (URL: <https://nplus1.ru/news/2021/07/19/drone-gas?ysclid=lb15r0g1mx487705567>; дата обращения: 06.05.2022)

как оптимальное решение для обнаружения выброса токсичных веществ. Результаты моделирования подтвердили, что радиальное расположение химических датчиков по окружности БЛА более эффективно, чем их расположение в центральной части БЛА [8].

Данные исследования представляют интерес для специалистов при обеспечении химической безопасности и мониторинга окружающей среды на предприятиях химической промышленности.

Инженеры из Нидерландов, Испании и США в определении концентрации вредных примесей предложили способ группового применения БЛА. Исследования показали, что для решения этой задачи целесообразнее использовать группу БЛА, компенсирующих своим количеством и коллективным взаимодействием одиночный БЛА с большой вычислительной мощностью.

Группа небольших БЛА способна самостоятельно находить утечку аэрозольных примесей в помещениях. Благодаря применению лазерных дальномеров и специального алгоритма, они успешно справляются с определением источника утечки. Во время полета БЛА обмениваются данными о концентрации примеси и благодаря этому ищут новые оптимальные точки для поиска утечки (рисунок 10).

Инженеры протестировали группу БЛА в четырех замкнутых помещениях размером 10 на 10 м с источником утечки изопропанола. В 11 из 12 тестов группе БЛА удалось локализовать источник с точностью до  $2 \text{ м}^{10}$ .

Одним из примеров реального применения БЛА для мониторинга обстановки и лик-



**Рисунок 11** – Радиационный мониторинг с использованием беспилотного летательного аппарата на АЭС «Фукусима-дайити» (URL: <https://www.atomic-energy.ru/files/styles/center/public/images/2021/02/drone-1140x6401.jpg?itok=hGVy6d-Y>; дата обращения: 06.05.2022)

видации последствий аварий на РХБ опасных объектах является ядерная авария на АЭС «Фукусима-дайити» в 2011 г.<sup>11</sup>

Радиационно загрязненная территория, находящаяся в непосредственной близости от реактора, создает серьезную опасность для персонала при осуществлении радиационного мониторинга.

В связи с этим МАГАТЭ и префектура Фукусима в 2012 г. начали совместную работу по разработке и применению БЛА для радиационного мониторинга (рисунок 11).

Выполнение данной задачи проходило в два этапа:

- предоставление полной контрольно-измерительной системы на базе БЛА для измерения уровня радиации – системы мониторинга радиации с возможностью обработки и хранения данных, разработанной и созданной в лаборатории ядерной науки и приборостроения (NSIL) МАГАТЭ;

- предоставление методологии анализа и интерпретации после измерений, а также обучение персонала как в префектуре Фукусима, так и в Лаборатории NSIL в Зайберсдорфе, Австрия, порядку и правилам применения БЛА и специальной полезной нагрузкой.

В настоящее время МАГАТЭ работает над интеграцией и испытаниями нового улучшенного оборудования, включая его адаптацию к БЛА следующего поколения.

Также на «Фукусима-дайити» были применены БЛА вертолетного типа

T-Hawk французской компании Helipse, разработанные в рамках одной из перспек-

<sup>10</sup> Рой дронов локализовал утечку газа. URL: <https://sovzond.ru/press-center/news/bpla/7979/> (дата обращения: 19.05.2022).

<sup>11</sup> МАГАТЭ и префектура Фукусимы разработали инновационную систему радиационного мониторинга с помощью летательных дронов. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/02/02/111080?ysclid=lbgrtw tj89141409870> (дата обращения: 19.05.2022).





**Рисунок 12 – Беспилотный летательный аппарат вертолетного типа T-Hawk французской компании Helipse (URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/RQ-16\\_T-Hawk](https://ru.wikipedia.org/wiki/RQ-16_T-Hawk); дата обращения: 05.05.2022)**

тивных исследовательских программ Пентагона (рисунок 12).

Данные, собранные с помощью систем БЛА с места аварии на АЭС «Фукусима-дайти», могут быть использованы для оценки потенциальных радиационных угроз и помощи в разработке соответствующих планов и стратегий ликвидации радиоактивного загрязнения территорий, дезактивации и обращения с радиоактивными отходами в Японии.

Учитывая современное состояние вопроса в области развития БЛА иностранных государств, в ближайшем будущем ожидаются новые крупные разработки, среди которых – увеличение массы специальной полезной нагрузки, интеграция детекторов и датчиков, улучшенная самонавигация, а также способ-

ность БЛА работать в группе, в том числе и с наземными системами.

### 3. Анализ состояния развития и применения отечественных беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения задач радиационной, химической и биологической безопасности

Выявление и оценка РХБ обстановки как при угрозе, так и при возникновении чрезвычайных ситуаций РХБ характера обеспечиваются современными системами и средствами их мониторинга и прогнозирования.

Одним из таких средств, безусловно, являются перспективные робототехнические комплексы с БЛА.

Применение робототехнических комплексов с БЛА для обеспечения РХБ безопасности при ЧС позволяет производить:

- ведение видео- и фотосъемки разрушенного (аварийного) РХБ опасного объекта;
- ведение над зоной аварии температурного, газового и других видов контроля;
- передачу органам управления и войскам необходимой информации в реальном масштабе времени;
- графическую и звуковую индикацию при превышении допустимых норм РХБ заражений;
- составление температурной карты РХБ объекта;
- забор и доставку проб с РХБ зараженных объектов;
- ликвидацию последствий аварий на РХБ опасных объектах и пр.<sup>12</sup>

В 2005 году на снабжение войск РХБ защиты приняты модули целевой воздушной и химической разведки химической и радиаци-



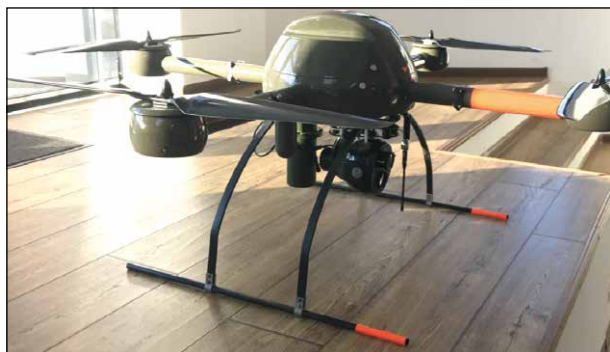
А



Б

**Рисунок 13 – Беспилотный летательный аппарат «Пчела» (А); целевые нагрузки воздушной радиационной и химической разведки (Б) (URL: <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-1-71-82>; дата обращения: 07.05.2022)**

<sup>12</sup> Современные проблемы создания и эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов в системе МЧС России (2019; Химки). Сборник трудов секции № 10 XXIX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 21 марта 2019 г. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2019. 82 с.



**Рисунок 14** – Комплекс воздушной радиационной разведки местности на базе БЛА коптерного типа «Гранад - ВА 1000» (URL: <http://ntcpoisk.ru/kompleks-vozdushnoy-radiatsionnoy-razvedki-mestnosti>; дата обращения: 23.04.2022)



**Рисунок 15** – Беспилотный летательный аппарат самолетного типа «Орлан-10» (URL: <https://mirtesen.ru/dispute/43901336759/V-Sirii-sbili-rossiyskiy-BPLA-Orlan-10-?id=comment-reply43901336759>; дата обращения: 25.04.2022)

онной разведки<sup>13</sup> для БЛА «Пчела» (комплекс 576), представленные на рисунке <sup>13</sup>.

Модуль целевой воздушной радиационной разведки предназначен для ведения воздушной радиационной разведки, в том числе в районах аварий АЭС и других объектов с ядерными энергетическими установками и устройствами, а также ведения визуальной разведки.

Модуль целевой воздушной химической разведки предназначен для ведения воздушной химической разведки при применении противником фосфорорганических веществ, в районах аварий химических предприятий и объектов с выбросом в атмосферу АХОВ, а также для ведения визуальной разведки.

Опытно-практическая эксплуатация данных целевых модулей показала их невысокую эффективность ввиду недостаточных технических возможностей встроенных приборов радиационной и химической разведки, однако в целом их разработка явилась необходимым шагом в области развития средств выявления РХБ обстановки воздушного базирования [9].

Так, в настоящее время в состав оборудования современной специальной машины войск РХБ защиты РХМ-9 входит робототехнический комплекс (комплекс воздушной радиационной разведки местности) с БЛА коптерного типа «Гранад ВА-1000», способный нести комплект датчиков, которые могут установить очаги радиационного загрязнения<sup>14</sup> (рисунок 14).

Комплекс воздушной радиационной разведки местности на базе БЛА «Гранад ВА-1000» позволяет вести радиационную разведку местности на высотах до 300 м в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режиме управления.

В ближайшее время в интересах войск РХБ защиты ВС РФ планируются к вводу в эксплуатацию перспективный мобильный многоцелевой робототехнический комплекс МРК-РХБЗ в составе двух наземных робототехнических средств и двух БЛА самолетного типа «Орлан-10» с комплектами сменного навесного оборудования<sup>15</sup> (рисунок 15).

Преимуществом БЛА самолетного типа, по сравнению с БЛА коптерного типа, является экономичность запаса хода, обусловленная обтекаемой формой корпуса и возможностью планирования.

Радиус действия БЛА «Орлан-10» из состава многоцелевого робототехнического комплекса МРК-РХБЗ по передаче информации составляет до 25 км. Кроме того, данные БЛА способны выполнять задачи как самостоятельно – в автоматическом режиме, так и под управлением оператора.

Последнее позволяет применять БЛА «Орлан-10» для РХБ разведки и оповещения о РХБ опасностях как в мирное, так и военное время. От момента начала научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ до изготовления опытного образца БЛА, а тем более постановки его на вооружение, проходит

<sup>13</sup> Приказ МО РФ от 11 февраля 2005 г. № 46 «О принятии на снабжение ВС РФ нагрузки целевой воздушной радиационной разведки НРР для комплекса 576 и нагрузки целевой воздушной химической разведки НХР для комплекса 576».

<sup>14</sup> Машина радиационной, химической и биологической разведки РХМ-9. URL: <https://iz.ru/677722/2017-12-01/mashina-radiatsionnoi-khimicheskoi-i-biologicheskoi-razvedki-rkhm-9> (дата обращения: 11.06.2020).

<sup>15</sup> Приказ МО РФ от 11 февраля 2005 г. № 46 «О принятии на снабжение ВС РФ нагрузки целевой воздушной радиационной разведки НРР для комплекса 576 и нагрузки целевой воздушной химической разведки НХР для комплекса 576».



**Рисунок 16** – Программно-технический комплекс радиационной и химической разведки на беспилотном летательном аппарате (URL: <https://www.burstroy.ru>; дата обращения: 29.04.2022)

до 10 лет. Между тем, постоянно развивающиеся элементная и производственная базы приводят к динамическому развитию количества инициативных разработок отечественных БЛА. С каждым годом на международном военно-техническом форуме «Армия» демонстрируется все больше новых образцов БЛА, разработанных российскими компаниями в инициативном порядке со значительно более широкими возможностями и лучшими характеристиками по сравнению с образцами, стоящими на вооружении ВС РФ.

Одним из крупнейших производителей БЛА в РФ является группа компаний «ZALA AERO», образованная в 2004 г. в г. Ижевске. «ZALA AERO» – один из отечественных производителей, который полностью обеспечивает весь цикл создания, разработки и эксплуатации БЛА. Данной группой компаний разработано более 450 комплексов с БЛА для различных организаций и ведомств РФ.

Также лидирующими производителями БЛА в РФ являются компании «НЕЛК», «Supercam», «Грифон». Этими и другими компаниями производятся десятки образцов БЛА различных типов и предназначения.

Довольно большой перечень комплексов с БЛА, предназначенных, в том числе, для предотвращения и ликвидации РХБ угроз состоит на оснащении подразделений МЧС России. Это комплексы с БЛА самолетного типа: «ZALA 421-04», «ZALA 421-08», «ZALA 421-16EM», «Supercam S-250», «Орлан-10»; коптерного типа: «ZALA 421-21», «ZALA 421-22»; «НЕЛК-В6», «Гранад ВА-1000», «Supercam S6 «Серафим», «Supercam X8M».

Отдельно необходимо отметить такую инициативную отечественную разработку, как мобильный программно-технический ком-

плекс радиационной и химической разведки на БЛА (рисунок 16).

Комплекс довольно прост в производстве и эксплуатации, имея при этом широкие возможности по детектированию ионизирующих излучений и идентификации различных отравляющих и аварийно-опасных химических веществ в атмосфере.

Военная академия РХБ защиты не остается в стороне от развития такого научно-технического направления, как обеспечение РХБ безопасности с помощью БЛА. В последние годы специалистами Академии получен ряд патентов на изобретения и полезные модели в рассматриваемой предметной области. Среди них:

«Устройство пробоотбора аэрозолей биологических рецептур для малоразмерных БЛА коптерного типа» [10];

«Устройство для автоматизированного отбора проб рыхлого грунта» [11];

«Термоконтейнер для доставки биопроб малоразмерными БЛА» [12];

«Устройство для дистанционного отбора проб грунта с использованием БЛА коптерного типа» [13].

В конечном счете, применение тех или иных РТК с БЛА для решения задач по обеспечению РХБ безопасности обусловлено спецификой задач и масштабами происшествия, ограничиваясь при этом лишь технико-экономическими показателями эффективности применения самого БЛА и его целевых нагрузок.

В целях принятия оптимального решения о целесообразности закупки и принятия на вооружение войсками РХБ защиты образцов РТК с БЛА необходимы организация и проведение комплексных сравнительных испытаний нескольких образцов БЛА, близких по своим техническим характеристикам, а также испытаний каждого из образцов по определению соответствия заявленным характеристикам.

В ВС РФ испытания опытных образцов военной техники регламентировано ГОСТ<sup>16</sup>, определяющим проведение предварительных испытаний и реализацию их результатов, а также основной состав документов, применяемых в процессе испытаний, и общие правила их оформления. Сущность подхода к проведению испытаний обусловлена необходимостью выявления из большого модельного ряда предлагаемых разработчиками БЛА таких образцов, которые бы в наибольшей степени удовлетворяли специфическим требованиям для решения задач войсками РХБ защиты и ВС РФ в целом.

<sup>16</sup> ГОСТ РВ 0015.210-2020. Военная техника. Испытания опытных образцов изделий и опытных ремонтных образцов изделий.



### **Заключение**

При создании и принятии на вооружение комплексов с БЛА необходимо учитывать роль и место таких комплексов в перспективной системе вооружения ВС РФ, реальные возможности предприятий промышленности, участвующих в создании и эксплуатации этих комплексов на всех этапах их жизненного цикла, в том числе накопленный этими предприятиями научно-технический задел, а также реальные возможности финансирования разработки и строительства этого вида военной техники.

Направлениями дальнейшего развития РТК с БЛА войск РХБ защиты и других ведомств, задействованных в обеспечении РХБ безопасности РФ, являются:

- разработка и принятие на вооружение семейства доступных, универсальных и эффективных БЛА, единых для всех видов и родов войск;
- разработка специализированных целевых (полезных) нагрузок, пригодных к использованию на любом типе БЛА;
- создание унифицированных креплений, узлов, агрегатов и протоколов передачи данных;
- рационализация массогабаритных характеристик, а также развития и внедрения новых принципов и методов регистрации и обнаружения радиоактивных веществ, токсичных химикатов и биологических средств.

Таким образом, результаты анализа состояния развития и применения РТК с БЛА отечественного и зарубежного производства позволяют сделать вывод о необходимости их рациональной и прогрессивной интеграции в систему вооружения и средств РХБ защиты в целях обеспечения РХБ безопасности войск и населения.

Сравнительный анализ показал, что в сфере создания и применения РТК с БЛА Рос-

сийская Федерация пока еще, к сожалению, значительно отстает от передовых в военно-техническом отношении государств – прежде всего, от США и Израиля.

Прогнозируя постепенное оснащение подразделений войск РХБ защиты образцами РТК с БЛА, основными задачами РХБ защиты, решаемыми БЛА как отдельно, так и во взаимодействии с наземными РТК, могут стать: РХБ разведка; РХБ контроль; отбор проб, транспортировка отобранных проб в полевые лаборатории; сбор, обработка и передача данных о ядерных взрывах и РХБ обстановке в масштабе, близком к реальному времени; визуальный, температурный и газовый контроль при ликвидации последствий аварий на РХБ опасных объектах и др.

В настоящее время разработка перспективных образцов вооружения и средств РХБ защиты идет в направлении внедрения автоматизированных систем управления, создания РТК специального назначения, в том числе и с БЛА, оснащенных соответствующей целевой нагрузкой, что позволит значительно увеличить возможности по выполнению задач РХБ защиты (безопасности).

Подводя итог, можно с уверенностью говорить о том, что применение РТК с БЛА для решения задач обеспечения РХБ безопасности в целом способны эффективно дополнить систему технических средств предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций РХБ характера. Безусловным достоинствами РТК с БЛА являются возможность их применения в неблагоприятных условиях внешней среды, снижение риска потерь высококвалифицированного личного состава (персонала) при относительно низкой стоимости.

### **Вклад авторов / Authors Contribution**

Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи / All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have and agreed to the published version of the manuscript.

### **Информация о конфликте интересов**

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

### **Сведения о рецензировании**

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и РИНЦе.

### **Финансирование**

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны Российской Федерации.

*Литература для самоподготовки // List of sources used for self-study*

1. Аккузин К.Н., Макеев Е.С. История развития и применения робототехники при ликвидации последствий аварий на радиационно опасных объектах (лекция) // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5. № 2. С. 149–164. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-149-164>

Akkuzin K.N., Makeev E.S. The history of the development and application of robotics in the elimination of consequences at radiation-hazardous facilities (lecture) // Journal of NBC Protection Corps. 2021. V. 5. № 2. P. 149–164. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-149-164>. (in Russian).

2. Ганин С.М., Карпенко А.В., Колногоров В.В., Петров Г.Ф. Беспилотные летательные аппараты. Издательство: «Невский Бастион». М.: 1999.

Ganin S.M., Karpenko A.V., Kolnogorov V.V., Petrov G.F. Unmanned aerial vehicles. Publisher: Nevsky Bastion. M.: 1999. (in Russian).

3. Шевченко А.В. Стратегия реализации Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения (часть первая) // Технологии гражданской безопасности. 2016. Т. 13. № 2 (48). С. 66–72. (in Russian).

Shevchenko A.V. Strategy for implementation of the concept of radiation, chemical and biological protection of population (part one) // Civil Security Technology. 2016. V. 13. № 2 (48). P. 66–72.

4. Patent US. No. US 7,998,731 B2 (2011).

5. Patent US. No. US 8,820,672 B2 (2014).

6. Patent US. No. US 10, 175, 151 B2 (2019).

7. Patent US. No. US 11,112,339 B2 (2021).

8. Marturano F., Martellucci L., Chierici A. et al. Numerical fluid dynamics simulation for drones' chemical detection // Drones. 2021. V. 5. P. 69. <https://doi.org/10.3390/drones5030069>

9. Аккузин К.Н. Робототехнические комплексы (средства) войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации (лекция) // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5. № 1. С. 71–82. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-1-71-82>

Akkuzin K.N. Robotic complexes (facilities) of Nuclear Biological Chemical Defence Corps of the Armed Forces of the Russian Federation (lecture) // Journal of NBC Defence. 2021 V. 5. № 1. P. 71–82. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-1-71-82> (in Russian).

10. Патент на полезную модель. РФ № 190221U1, заявка № 20181192216 (2018).

Utility model patent RU. No. 190221U1, application No. 20181192216 (2018). (in Russian).

11. Патент на полезную модель РФ. № 204682U1, заявка № 2020136963 (2020).

Utility model patent RU. No. 204682U1, application No. 2020136963 (2020). (in Russian).

12. Патент на полезную модель РФ. № 204795U1, заявка № 2020129729 (2020).

Utility model patent RU. No. 204795U1, application No. 2020129729 (2020). (in Russian).

13. Патент на полезную модель РФ. № 210641U1, заявка № 2021135005 (2021).

Utility model patent RU. No. 210641U1, application No. 2021135005 (2021). (in Russian).

*Об авторах*

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны Российской Федерации, 156015, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Горького, д. 16.

Аккузин Константин Николаевич. Начальник отдела (организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров) ВА РХБЗ, канд. воен. наук.

Макеев Евгений Сергеевич. Начальник научно-исследовательской лаборатории (обоснования исходных данных для планирования развития системы вооружения и средств РХБ защиты) ВА РХБЗ, канд. тех. наук..

*Контактная информация для всех авторов:* varhbz@mil.ru

*Контактное лицо:* Аккузин Константин Николаевич; varhbz@mil.ru

## Analysis of the Development and Use of Unmanned Aerial Vehicles Designed for NBC Protection Purposes

K.N. Akkuzin, E.S. Makeev

*Federal state Public Military Education Institution of Higher Education «Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 16 Gorky Street, Kostroma 156015, Russian Federation*

Received June 30, 2022 г. Accepted December 23, 2022

The lecture is intended for training specialists in higher educational establishments according to the Federal state standard «Robotics for military and special purposes» and also for training operators of robotic complexes (facilities) for military purposes in training centers and military units.

The lecture addresses three questions:

- 1) Analysis of sources of radiation, chemical and biological threats in the Russian Federation.
- 2) Analysis of the development and use of foreign unmanned aerial vehicles designed for NBC protection purposes.
- 3) Analysis of the development and use of Russian unmanned aerial vehicles designed for NBC protection purposes.

**Keywords:** *unmanned aerial vehicles; NBC safety and security; system of weapons and means of NBC protection.*

**For citation:** *Akkuzin K.N., Makeev E.S. Analysis of the Development and Use of Unmanned Aerial Vehicles Designed for NBC Protection Purposes (lecture) // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6, № 4. P. 372-385. EDN: HAVVLU. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-4-372-385>*

#### **Conflict of interest statement**

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

#### **Peer review information**

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

**Funding.** Federal State Public Military Education Institution of Higher Education «Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko» of the Ministry of Defence of the Russian Federation.

#### **References**

See P. 384.

#### **Authors**

Federal State Public Military Education Institution of Higher Education «Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 16 Gorky Street, Kostroma 156015, Russian Federation.

*Konstantin Nikolayevich Akkuzin.* Chef of Department of Scientific Work Organization of the Academy. Candidate of Military Sciences.

*Evgeny Sergeevich Makeev.* Chief of the Research Laboratory (on the Substantiation of the Initial Data for Planning the Development of the Weapons System and Means of NBC Protection) of the Academy. Candidate of Technical Sciences.

**Contact information for all authors:** varhbz@mil.ru

**Contact person:** Konstantin Nikolayevich Akkuzin; varhbz@mil.ru