

ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ МВД РОССИИ

М. А. Галуза
С. В. Железный
С. С. Печников

**ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ
СИСТЕМ**

Практикум

Воронеж
2024

ББК 32.973

Г15

Рецензенты:

*В. В. Сватиков – начальник центра по противодействию экстремизму
ГУ МВД России по Воронежской области, полковник полиции;*

*Д. В. Лапинов – заместитель начальника ЦИТСиЗИ ГУ МВД России
по Воронежской области, полковник внутренней службы.*

Галуза М. А.

Г15 Основы эксплуатации беспилотных авиационных систем :
практикум / М.А. Галуза, С. В. Железный, С. С. Печников. – Воронеж :
Воронежский институт МВД России, 2024. – 50 с.

ISBN 978-5-00229-131-1

В практикуме приведены теоретические сведения и описания лабораторных работ, выполнение которых позволяет изучить принципы полета беспилотных воздушных судов коптерного типа и основы их пилотирования. Рассматриваются правовые аспекты применения беспилотных технологий и методы противодействия беспилотным воздушным судам сотрудниками МВД России.

Лабораторный практикум по дисциплине «Применение робототехнических комплексов и беспилотных воздушных судов в профессиональной деятельности» предназначен для курсантов и слушателей института.

Г-40-40(І)-24

ББК 32.973

ISBN 978-5-00229-131-1

© Воронежский институт МВД России, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛОССАРИЙ	4
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ	8
1. ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	11
1.1. Российское законодательство в области использования воздушного пространства, в том числе беспилотными воздушными судами	11
1.2. Виды и условия наступления ответственности за нарушения требований воздушного законодательства Российской Федерации	11
1.2.1. Административная ответственность за нарушения требований воздушного законодательства Российской Федерации	11
1.2.2. Уголовная ответственность за нарушения требований воздушного законодательства Российской Федерации	14
2. ОСНОВЫ ПИЛОТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	15
2.1. Лабораторная работа № 1 Основы пилотирования беспилотных воздушных судов без стабилизации	16
2.2. Лабораторная работа № 2 Отработка навыков пилотирования беспилотных воздушных судов без стабилизации	22
2.3. Лабораторная работа № 3 Основы пилотирования беспилотных воздушных судов со стабилизацией	24
ОСНОВЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ	32
3.1. Анализ современных методов противодействия беспилотным воздушным судам	32
3.2. Действия личного состава в условиях применения беспилотных воздушных судов	39
3.3. Алгоритм действий сотрудников ОВД при обнаружении беспилотных воздушных судов	40
3.4. Лабораторная работа № 4 Противодействие беспилотным воздушным судам при помощи антидронового ружья	42
ЛИТЕРАТУРА	43

ГЛОССАРИЙ

Беспилотная авиационная система – комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства обеспечения взлета и посадки, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов. Системы, стоящие на снабжении МВД России, носят название беспилотных авиационных систем специального назначения.

Беспилотное воздушное судно – воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот).

Дистанционное управление – передача управляющего воздействия (сигнала) от оператора к объекту управления, находящемуся на расстоянии, посредством бортовой информационно-управляющей системы.

Информация – сведения (сообщения, данные), независимо от формы их представления – комплекс теоретических и (или) экспериментальных исследований, проводимых с целью получения обоснованных исходных данных, изыскания принципов и путей решения практических задач.

Специальная техника – технические средства, специально предназначенные для выполнения оперативно-служебных задач в сфере правоохранительной и оперативно-розыскной деятельности, борьбы с терроризмом и преступностью.

Пульт управления – устройство, используемое для дистанционного управления каким-либо устройством или системой.

Стик – аналоговый контроллер, который используется для управления движением.

Органы управления – совокупность элементов управления устройством, включающая в себя все необходимые для работы устройства механизмы, кнопки, переключатели и т. д.

Режимы управления – преднастроенные конфигурации работы органов управления, обеспечивающие определенные параметры движения или действия управляемого устройства.

Режим полета Acro – режим, который позволяет дронам и другим беспилотным летательным аппаратам выполнять акробатические маневры и движения. В этом режиме пилот полностью контролирует ориентацию и движение летательного аппарата, без использования автопилота или других систем стабилизации.

Режим полета Normal (horizon) – стандартный режим полета, при котором дрон удерживает горизонтальное положение и откликается на управление по осям поворота, тангажа и рыскания.

3D – режим с трехмерным управлением, где дрон может двигаться в любом направлении.

Режим полета ARM – состояние активации устройства. В этом состоянии устройство готово к работе и откликается на управление.

Режим полета Disarm – состояние деактивации устройства. В этом состоянии устройство не работоспособно и не откликается на управление.

Рыскание – вращение дрона вокруг вертикальной оси.

Крен – наклон квадрокоптера влево/вправо.

Тангаж – наклон квадрокоптера вперед/назад.

FPV – First Person View (от англ. «вид от первого лица»).

FPV-технология – беспилотные технологии, использующие БВС, оснащенный камерой (камерами), с использованием «вида от первого лица».

FPV-БВС (FPV-дрон) – устоявшееся название БВС без стабилизации.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АПК** – аппаратно-программный комплекс.
АРМ – автоматизированное рабочее место.
АСУ – автоматизированная система управления.
АЗН-В – автоматическое зависимое наблюдение-вещание.
АР – акустическая разведка.
АФУ – антенно-фидерное устройство.
БАС – беспилотная авиационная система.
БАС СН – беспилотная авиационная система специального назначения.
БВС – беспилотное воздушное судно.
БД – база данных.
БЛЦ – беспилотная ложная цель.
БПЛА (БЛА) – беспилотный летательный аппарат (то же, что и БВС).
Традиционный термин, в основном используемый военными и в обиходе.
БРЭО – бортовое радиоэлектронное оборудование.
ВСИ – внутрисистемная информация.
ВТО – высокоточное оружие.
ВЧ – высокая частота.
ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система.
ДВС – двигатель внутреннего сгорания.
ИНС – инерциальная навигационная система.
ИК – инфракрасный.
ИИ – искусственный интеллект.
ИРИ – источник радиоизлучения.
ИС – информационная система.
КТС – комплекс технических средств.
КРУ – командная радиолиния управления.
МВД России – Министерство внутренних дел Российской Федерации.
НИР – научно-исследовательская работа.
НПУ – наземный пульт управления.
ОВД – органы внутренних дел.
ОС – операционная система.
ОЭУ – оптико-электронное устройство.
ПЗС – прибор с зарядовой связью.
ПО – программное обеспечение.
РТК – робототехнический комплекс.
РЛС – радиолокационная станция.
РЭБ – радиоэлектронная борьба.
РЭП – радиоэлектронное подавление.
РЭО – радиоэлектронное оборудование.
САУ – система автоматического управления.
СВЧ – сверхвысокие частоты.

СПО – специальное программное обеспечение.
СРНС – спутниковая радионавигационная система.
СТС – специальные технические средства.
ТТТ – тактико-технические требования.
ТТХ – тактико-технические характеристики.
ЭМИ – электромагнитное излучение.
ЭМС – электромагнитная совместимость.
ЭПР – эффективная площадь рассеивания.
ЦН – целевая нагрузка.

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями научно-технической политики МВД России определено внедрение робототехнических систем, работающих в едином информационном пространстве МВД России. Робототехнические комплексы (РТК) должны выполнять ряд практических задач, стоящих перед МВД России. Реалии нашего времени стимулировали бурный рост использования в различных отраслях человеческой деятельности воздушных РТК – беспилотных воздушных судов (БВС), а в более широком смысле – беспилотных авиационных систем (БАС), в том числе и в правоохранительной деятельности – беспилотных авиационных систем специального назначения (БАС СН). Наряду с тем, что актуальность внедрения РТК в деятельность полиции не вызывает сомнения, возникает естественный вопрос о кадровом обеспечении.

«Концепция интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации» и «Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года» особое внимание уделяют подготовке кадров для беспилотной авиации, в том числе внешних пилотов.

Подготовка внешних пилотов для полиции в настоящее время осуществляется в форме дополнительного профессионального образования, однако, реалии нашего времени и темпы развития беспилотных технологий требуют организации подготовки специалистов по эксплуатации РТК и БАС в формате системы МВД России.

Наряду с подготовкой сотрудников, непосредственно эксплуатирующих БАС СН, необходимо обеспечить компетентность в данной области сотрудников самых разнообразных подразделений МВД России, выполняющих широкий спектр служебных задач, в решении которых могут быть использованы возможности, предоставляемые беспилотными технологиями. В этих целях в рамках высшего профессионального образования представилось целесообразным ввести в процесс обучения дисциплины, обеспечивающие формирование профессиональных компетенций в области управления и эксплуатации таких систем.

Широкий спектр дисциплин, изучаемый курсантами и слушателями инженерного профиля Воронежского института МВД России, в значительной степени коррелирует с дисциплинами, изучаемыми специалистами в области мехатроники и робототехники. Таким образом, курсанты и слушатели института априори обладают рядом профессиональных компетенций, необходимых специалисту по эксплуатации РТК и БАС СН. В целях обеспечения способности выпускников института осуществлять решение практических задач, стоящих перед органами внутренних дел средствами робототехники и мехатроники, и согласно решению Научно-технического совета МВД России в учебные планы

всех технических специальностей Воронежского института МВД России введена факультативная дисциплина «Применение робототехнических комплексов и беспилотных воздушных судов в профессиональной деятельности».

Задачами дисциплины являются:

- формирование необходимого минимума специальных теоретических знаний и практических навыков, которые обеспечили бы возможность понимать и анализировать возможности применения робототехнических комплексов и беспилотных воздушных судов в профессиональной деятельности;
- закладывание теоретических основ для понимания физических принципов работы устройств мехатроники и робототехники; привитие практических навыков работы с РТК и БАС СН;
- формирование представлений о методах и средствах противодействия БВС.

В рамках этой дисциплины курсанты и слушатели института изучают:

- правовые аспекты использования робототехнических комплексов и беспилотной авиатехники;
- основные понятия мехатроники и робототехники;
- классификацию мехатронных и робототехнических систем;
- системы автоматического регулирования и управления;
- информационные устройства и системы мехатронных и робототехнических систем;
- программирование РТК;
- приводы и исполнительные устройства;
- основные понятия беспилотной авиатехники;
- классификацию БВС, типы управления БВС и их особенности;
- области применения БВС и решаемые задачи;
- основы метеорологии;
- методы оценки собственного положения и геопозиционирования БВС;
- базовую механику беспилотных воздушных судов;
- элементы конструкции беспилотного летательного аппарата;
- место робототехнических комплексов и БАС СН в правоохранительной деятельности;
- требования, предъявляемые к сотрудникам ОВД, эксплуатирующим РТК и БАС СН;
- методы, средства и тактику противодействия БВС.

В результате изучения дисциплины «Применение робототехнических комплексов и беспилотных воздушных судов в профессиональной деятельности» осуществляется формирование у выпускников Воронежского института МВД России профессиональных компетенций, связанных с эксплуатацией БАС СН, позволяющих организовывать свою служебную деятельность и решать практические задачи, стоящие перед органами внутренних дел, с использованием беспилотных технологий.

Особое внимание при изучении данной дисциплины уделяется лабораторному практикуму. В этих целях в институте функционирует учебный полигон «Робототехники и мехатроники». Концепция полигона состоит в применении обучающимися профессиональных компетенций для поиска путей решения практических задач, стоящих перед правоохранительными органами, методами и средствами робототехники и мехатроники. Развитие данного направления в институте позволяет курсантам и слушателям, обучающимся по техническим специальностям, изучать физические принципы и схемотехническую реализацию исполнительных механизмов и датчиков, используемых в современной робототехнике, получать устойчивые навыки в области создания программных систем, предназначенных для комплексного управления устройствами и механизмами РТК.

Для изучения механики полета и основ управления БВС используются компьютерные симуляторы, при помощи которых моделируется решение ряда практикоориентированных задач с использованием различных БВС коптерного типа. Современные условия диктуют необходимость освоения первичных навыков пилотирования FPV-дронов и коммерческих БВС с использованием компьютерных симуляторов, однако, упражнения, приведенные в практикуме могут успешно выполняться и с реальными БВС.

Выполнение лабораторной работы рекомендуется в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с описанием лабораторной работы и техникой безопасности.
2. Ознакомиться с описанием программного обеспечения и учебно-лабораторного оборудования.
3. Изучить теоретический материал по теме лабораторной работы.
4. Подготовить конспект лабораторной работы, который должен содержать: название и цель работы, перечень оборудования и программного обеспечения, основные теоретические данные, таблицы для полученных результатов.
5. Выполнить лабораторную работу, соблюдая порядок ее выполнения.
6. Оформить вывод о проделанной работе.
7. Ответить на контрольные вопросы.

1. ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1.1. Российское законодательство в области использования воздушного пространства, в том числе беспилотными воздушными судами

Базовым нормативным правовым актом, являющимся основным источником, регулирующим отношения в сфере использования воздушного пространства Российской Федерации и деятельности в области авиации является «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. от 08.08.2024) [1]. Воздушный кодекс Российской Федерации состоит из 137 статей в 18 главах.

Также воздушное законодательство включает в себя Федеральные авиационные правила (ФАП) [2]:

- ФАП производства полетов государственной авиации РФ;
- ФАП инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации;
- ФАП штурманской службы государственной авиации;
- ФАП тылового обеспечения полетов государственной авиации;
- ФАП по организации учебной базы в государственной авиации;
- ФАП по организации объективного контроля в государственной авиации;
- ФАП медицинского обеспечения полетов государственной авиации;
- ФАП государственной регистрации государственных воздушных судов;
- ФП использования воздушного пространства РФ;

Кроме того ряд приказов и постановлений различных ведомств [3–25] регулируют правила использования воздушного пространства Российской Федерации, в том числе БВС.

Вопросы, касающиеся использования БАС специального назначения в деятельности МВД России также регулируются рядом ведомственных нормативных правовых актов [26–28].

1.2. Виды и условия наступления ответственности за нарушения требований воздушного законодательства Российской Федерации

1.2.1. Административная ответственность за нарушения требований воздушного законодательства Российской Федерации

Административная ответственность наступает согласно Кодексу Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195–ФЗ [29].

Статья 11.4. Нарушение правил использования воздушного пространства

1. Нарушение пользователем воздушного пространства федеральных правил использования воздушного пространства, если это действие не

содержит уголовно наказуемого деяния, – влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от двадцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на должностных лиц – от ста тысяч до ста пятидесяти тысяч рублей; на юридических лиц – от двухсот пятидесяти тысяч до трехсот тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

2. Нарушение правил использования воздушного пространства лицами, не наделенными в установленном порядке правом на осуществление деятельности по использованию воздушного пространства, если это действие не содержит уголовно наказуемого деяния, – влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от тридцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на должностных лиц – от пятидесяти тысяч до ста тысяч рублей; на юридических лиц – от трехсот тысяч до пятисот тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

Статья 11.5. Нарушение правил безопасности эксплуатации воздушных судов.

1. Нарушение порядка допуска к выполнению полетов воздушных судов либо правил подготовки и выполнения полетов, за исключением случаев, предусмотренных частями 3–9 настоящей статьи, если эти действия по неосторожности повлекли причинение легкого вреда здоровью потерпевшего, – влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи пятисот до двух тысяч рублей или лишение права управления воздушным судном на срок от трех до шести месяцев; на должностных лиц – от трех тысяч до четырех тысяч рублей; на юридических лиц – от пятидесяти тысяч до восьмидесяти тысяч рублей.

2. Те же действия, повлекшие по неосторожности причинение средней тяжести вреда здоровью потерпевшего, – влекут наложение административного штрафа на граждан в размере от двух тысяч до двух тысяч пятисот рублей или лишение права управления воздушным судном на срок до одного года; на должностных лиц – от десяти тысяч до двадцати тысяч рублей; на юридических лиц – от восьмидесяти тысяч до ста тысяч рублей.

3. Взлет на воздушном судне при наличии неисправностей, с которыми запрещено начинать выполнение полета без разрешения уполномоченного органа, либо с нарушением норм пассажировместимости (грузовместимости) или ограничений по полетной массе или центровке воздушного судна – влечет наложение административного штрафа на командира воздушного судна в размере от двух тысяч до двух тысяч пятисот рублей или лишение права управления воздушным судном на срок до одного года.

4. Управление воздушным судном лицом, не имеющим права управления им, – влечет наложение административного штрафа в размере от двух тысяч до двух тысяч пятисот рублей.

5. Управление воздушным судном, не прошедшим государственной регистрации, либо не поставленным на государственный учет, либо не имеющим государственного и регистрационного опознавательных знаков или учетного опознавательного знака, либо имеющим заведомо подложные государственный и регистрационный опознавательные знаки или заведомо подложный учетный опознавательный знак, – влечет наложение административного штрафа на командира воздушного судна в размере от двух тысяч до двух тысяч пятисот рублей или лишение права управления воздушным судном на срок до одного года.

6. Управление воздушным судном, на котором отсутствует судовая и полетная документация, предусмотренная законодательством Российской Федерации, либо управление воздушным судном членом летного экипажа, не имеющим при себе документов на право управления данным типом воздушного судна, – влечет наложение административного штрафа в размере от одной тысячи до двух тысяч рублей.

7. Управление воздушным судном лицом, находящимся в состоянии опьянения, либо уклонение лица, управляющего воздушным судном, от прохождения в установленном порядке медицинского освидетельствования на состояние опьянения, либо передача управления воздушным судном лицу, находящемуся в состоянии опьянения, – влечет лишение права управления воздушным судном на срок от двух до трех лет.

8. Допуск к полету воздушного судна, которое не прошло государственной регистрации, либо которое не поставлено на государственный учет, либо которое не имеет государственного и регистрационного опознавательных знаков или учетного опознавательного знака, либо которое имеет заведомо подложные государственный и регистрационный опознавательные знаки или заведомо подложный учетный опознавательный знак, либо на котором отсутствует судовая и полетная документация, предусмотренная законодательством Российской Федерации, либо на котором не укомплектован летный или cabinный экипаж, либо которое имеет неисправности, с которыми запрещена его эксплуатация без разрешения, выдаваемого уполномоченным органом, либо на котором нарушены нормы пассажировместимости (грузовместимости) или ограничения по полетной массе или центровке воздушного судна, а равно допуск к управлению воздушным судном или его обслуживанию лица, не имеющего на то права или находящегося в состоянии опьянения, либо обслуживание воздушного судна лицом, не имеющим на то права или находящимся в состоянии опьянения, – влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от трех тысяч до пяти тысяч рублей; на должностных лиц – от десяти тысяч до пятнадцати тысяч рублей.

Статья 11.30. Умышленное сокрытие авиационного происшествия или инцидента.

Умышленное сокрытие авиационного происшествия, инцидента или сведений о них, либо искажение информации, либо повреждение или уничтожение бортовых или наземных средств объективного контроля или других связанных с авиационным происшествием или инцидентом доказательственных материалов – влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от двух тысяч до пяти тысяч рублей; на должностных лиц – от четырех тысяч до десяти тысяч рублей; на юридических лиц – от двадцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей.

1.2.2. Уголовная ответственность за нарушения требований воздушного законодательства Российской Федерации

Уголовная ответственность наступает согласно Уголовному кодексу Российской Федерации от 13.06.1996 № 63–ФЗ [30].

Статья 271.1. Нарушение правил использования воздушного пространства Российской Федерации.

1. Использование воздушного пространства Российской Федерации без разрешения в случаях, когда такое разрешение требуется в соответствии с законодательством Российской Федерации, если это деяние повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью или смерть человека, – наказывается лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет.

2. Деяние, предусмотренное частью первой настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, – наказывается лишением свободы на срок до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет.

2. ОСНОВЫ ПИЛОТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Современные БВС, как коммерческие, так и FPV-дроны используются для выполнения авиационных работ обстановки в различных сферах человеческой деятельности.

Выделяют ряд способов использования [31] FPV-технологий (речь идет об использовании любых типов БВС, оснащенных камерой): промышленность; медицинские мероприятия; пожарные и спасательные операции; военные операции; полицейские мероприятия и др.

Исходя из анализа зарубежного и отечественного опыта применения БАС для решения практических задач, стоящих перед полицией, не вызывает сомнений то, что беспилотные технологии могут решать различные задачи, позволяя получить доступ к информации и принимать решения на ее основе, что может быть критически важным в определенных ситуациях.

В частности, FPV-технология может быть очень полезной при проведении ряда мероприятий [31]:

- разведки местности;
- мониторинга событий;
- обнаружения и поимки преступников;
- поиска потерявшихся людей;
- изучения и планирования маршрутов;
- мониторинга массовых мероприятий – для обеспечения безопасности и контроля обстановки во время массовых мероприятий, таких как фестивали, концерты и спортивные соревнования.

Одним из преимуществ использования БВС для дорожно-патрульной службы является возможность быстрого и эффективного мониторинга транспортных потоков и дорожной обстановки. БВС могут достоверно выявлять нарушения ПДД, оценивать степень пробок и опасности на дороге, а также помогать в поиске пропавших людей. БВС также могут использоваться для контроля за перегрузками и перевозкой опасных грузов на дорогах, проведения скоростных и инспекционных рейдов.

В БАС СН может быть использован искусственный интеллект для различных задач, таких как автоматическое управление, навигация и распознавание объектов [31]. Например, автопилоты, основанные на ИИ, могут обеспечивать более точное и стабильное управление БВС, а системы навигации можно использовать для определения местоположения БВС и планирования маршрута полета. Искусственный интеллект также может использоваться для распознавания объектов в поле зрения БВС, например, для обнаружения препятствий или для выполнения специальных задач, таких как картографирование или поиск, распознавание лиц и государственных регистрационных номеров автотранспорта. БАС СН могут использоваться в системах поддержки принятия решений по всем направлениям деятельности полиции.

ОСНОВЫ ПИЛОТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ БЕЗ СТАБИЛИЗАЦИИ

Цель работы: ознакомиться со способом управления FPV (First Person View) дроном.

Оборудование:

Компьютер с установленным ПО.

Пульт управления с возможностью подключения к компьютеру или геймпад.

Программное обеспечение Liftoff: FPV Drone Racing.

Краткие теоретические сведения

FPV-дрон – беспилотное воздушное судно, которое оснащено камерой вида от первого лица, передающей видеосигнал на пульт управления пилота в реальном времени. FPV (First Person View) означает, что пилот видит происходящее «глазами» дрона, словно он сам находится внутри него. Данный термин набирает популярность как определенный класс БВС, применяемый для выполнения различных операций и задач в гражданской, военной и служебной деятельности, управление которого целиком зависит от внешнего пилота (отсутствует аппаратная стабилизация полета).

Существует большое разнообразие фирм производителей, такие как DJI, PGYTECH, BETA FPV, Chasing Innovation, Autel Robotics, Fimi, QYSEA, ITELITE и другие. Следует учитывать и коптеры, изготавливаемые кустарно из дешевых материалов, в том числе напечатанные на 3D принтере. Однако, несмотря на большое разнообразие их форм-факторов (Tiny whoop, CineWhoop, 5~7 дюймовые и другие), управление их подчиняется единым принципам.

Вид пульта представлен на рисунке 1.

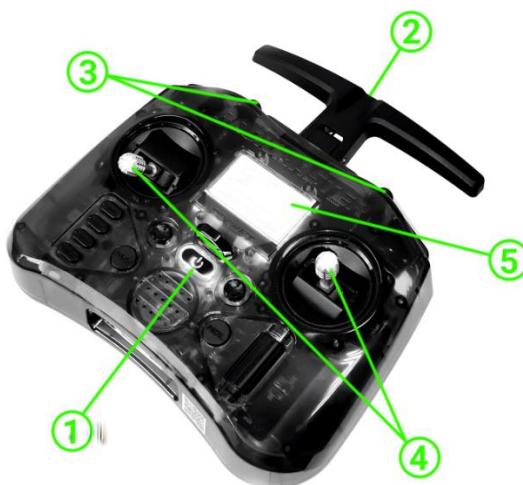


Рис. 1. Пульт управления: 1 – кнопка питания; 2 – антенна; 3 – левый/правый триггер; 4 – левый/правый стик; 5 – экран

Управление (Режим 2).

Разберем способ управления БВС в режиме управления 2.

Левый стик используется для управления оборотами двигателя и рысканием, правый же стик отвечает за крен и тангаж беспилотного воздушного судна (рис. 2).



Рис. 2. Схема управления

Разберем каждый стик отдельно (рис. 3). Когда пользователь двигает левый стик вверх, дрон начинает увеличивать обороты вращения лопастей и набирает высоту или скорость движения вперед (рис. 3 а). Когда стик опускается вниз, «дрон» уменьшает обороты двигателя, что приводит к его снижению или сбросу скорости движения (рис. 3 б).



Рисунок 3. Управление левым стиком (вид с левого борта дрона)

При движении левого стика влево, БВС осуществляет вращение (рыскание) вокруг своей оси влево. В случае движения левого стика вправо, БВС осуществляет вращение вокруг своей оси вправо (рис. 4).

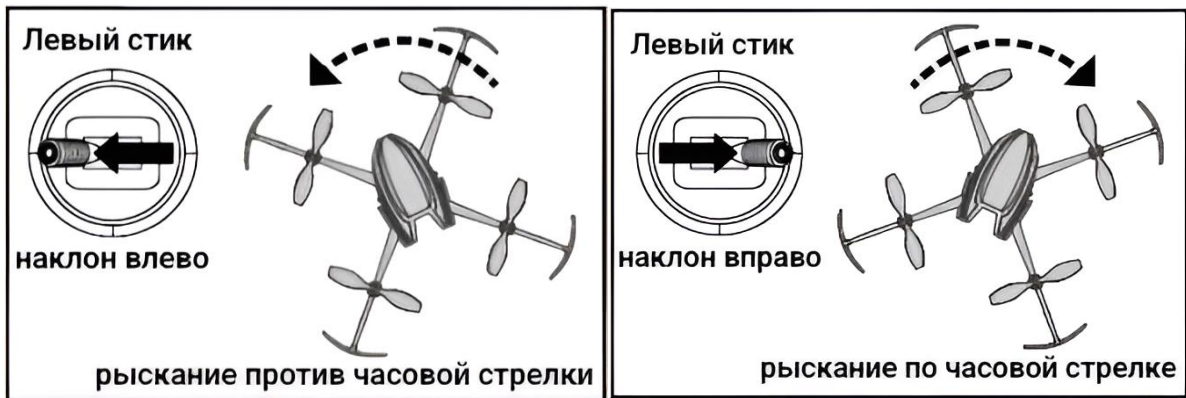


Рис. 4. Управление правым стиком (вид сверху)

Перемещение правого стика вверх и вниз приводит к тангажу вперед и назад соответственно (рис. 5). Перемещение правого стика вправо или влево осуществляет крен БВС вправо и влево соответственно (рис. 6).



Рис. 5. Управление правым стиком (вид с левого борта дрона)



Рис. 6. Управление правым стиком (вид с кормы дрона)

Порядок выполнения работы

1. Подключите джойстик (контроллер) к ПК и откройте программу симулятора.
2. Перейдите в «настройки симулятора» > «элементы управления» > «контроллер» и проверьте соответствие движения стиков джойстика движению дрона на экране (все движения дублируются на экране и должны соответствовать реальным изменениям подключенного контроллера).

3. Проверив работоспособность контроллера управления, перейдите в меню «одиночная игра» > «свободный полёт» и выберите карту для тренировки и БВС, после чего нажмите «Enter».

4. В режиме свободного полета демонстрируется вид от первого лица (FPV) БВС, где 1 – линия горизонта; 2 – положение стиков; 3 – режим полета; 4 – высота над уровнем моря; 5 – скорость (рис. 7).

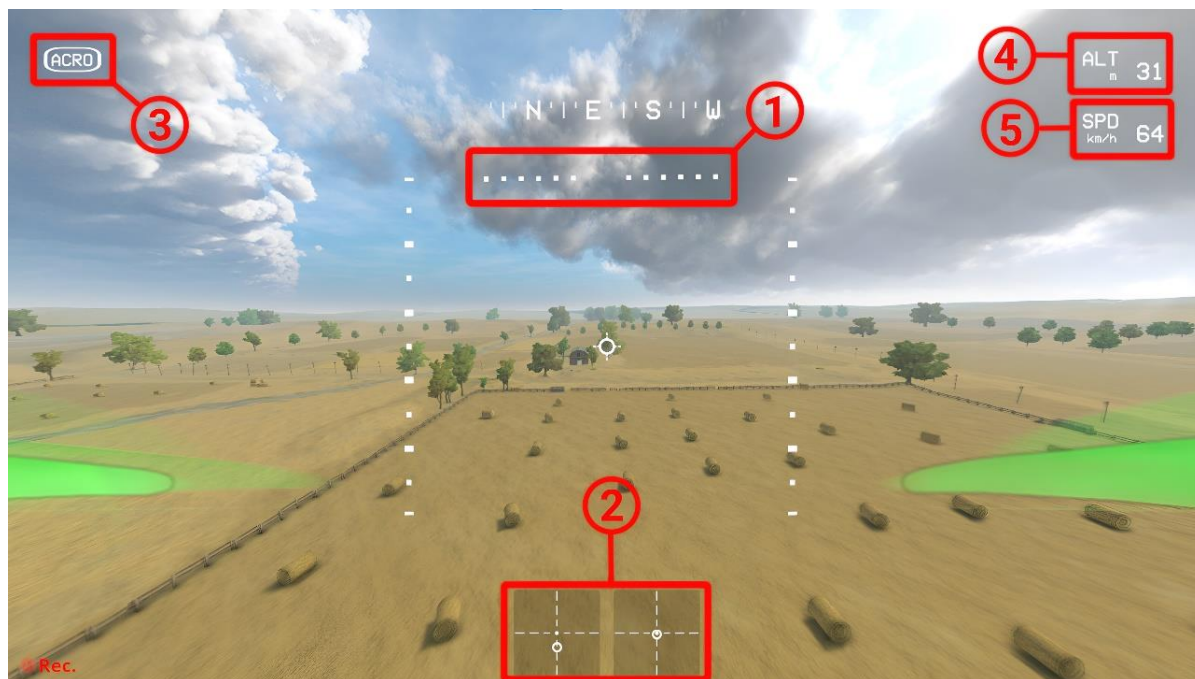


Рис. 7. Вид от первого лица

5. Выполните взлет. Наклоните левый стик вперед (начальное положение стика – крайнее заднее), при этом правый стик держите в центральном положении.

6. Для движения вперед плавно двигайте правый стик от себя и одновременно с этим увеличивайте скорость оборотов двигателей, тем самым контролируя высоту полета, двигая левый стик вверх или вниз при сильном поднятии БВС вверх над землей или высокой скорости.

7. При снижении высоты скорректируйте движение правого стика на себя и при желании увеличьте скорость оборотов двигателей левым стиком. Обратите внимание на визуальную индикацию высоты (рис. 7) в симуляторе.

8. Научитесь держать линию горизонта в одном положении. В случае крена в ту или иную сторону используйте два способа возврата БВС в исходное состояние:

– крен вправо (рис. 8): плавно разводите стики в разные стороны от центра пульта управления до тех пор, пока линия горизонта не станет горизонтальной;

– крен влево (рис. 9): плавно сводите стики к центру пульта управления до тех пор, пока линия горизонта не станет горизонтальной.

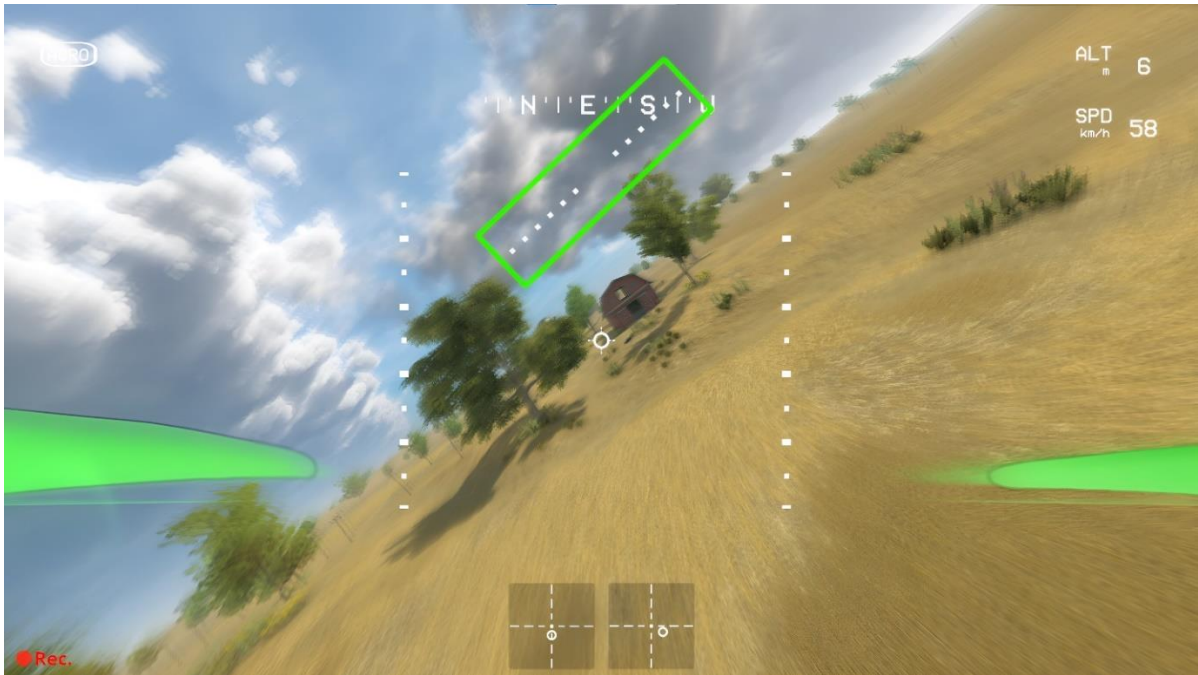


Рис. 8. Крен вправо



Рис. 9. Крен влево

9. Самостоятельно выполните повороты вправо и влево, а также развороты на 180 градусов в горизонтальной плоскости. Для поворота направо плавно передвигайте оба стика вправо. Для поворота налево плавно передвигайте оба стика влево.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение терминам «беспилотное воздушное судно» и «беспилотная авиационная система».
2. Приведите классификацию БВС по типу механики полета (аэродинамической схеме).
3. Что такое БАС СН?
4. В чем отличие FPV-БВС и «коммерческих» БВС?
5. Каково назначение левого и правого стиков?
6. Что такое рыскание?
7. Отличие терминов «крен» и «тангаж»?
8. Каким нормативным правовым актом регламентируется использование воздушного пространства Российской Федерации?

ОТРАБОТКА НАВЫКОВ ПИЛОТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ БЕЗ СТАБИЛИЗАЦИИ

Цель работы: отработка навыков управления БВС в симуляторе Liftoff: FPV Drone Racing.

Оборудование:

Компьютер с установленным ПО.

Пульт управления с возможностью подключения к компьютеру или геймпад.

Программное обеспечение Liftoff: FPV Drone Racing.

Порядок выполнения работы

1. Подключите джойстик(контроллер) к ПК и откройте программу симулятора Liftoff: FPV Drone Racing.

2. Проверьте работоспособность контроллера управления, для этого перейдите в меню «настройки» > «элементы управления» > «контроллер» и проверьте соответствие движения стиков джойстика движению дрона на экране (все движения дублируются на экране и должны соответствовать реальным изменениям подключенного контроллера).

2. Убедившись в работоспособности контроллера управления, перейдите в меню «одиночная игра» > «гонка» > «стандартная» далее выберите уровень SHORT CIRCUIT и гонку «01 – POLE POSITION» для тренировки, а также понравившееся вам БВС после чего нажмите Enter.

3. После запуска гонки вы попадете на трассу с контрольными точками, которые необходимо преодолеть.

4. Наберите высоту 100 метров над уровнем моря (рис. 10). Для контроля высоты используйте визуальный индикатор, расположенный в правом верхнем углу экрана.

5. После достижения необходимой высоты, осмотрите трассу и попробуйте пройти ее на данной высоте.

6. В случае успешного прохождения трассы на высоте 100 метров, снизьтесь до 50 метров и повторите пролет трассы на этой высоте.

7. Если трасса была успешно пройдена на обеих высотах, то попробуйте пройти ее, пересекая все контрольные точки (рис. 11). Всего на трассе 28 контрольных точек. Отрабатывайте навыки пилотирования добиваясь плавности при поворотах и ровной линии горизонта, без отклонения в процессе движения прямо.



Рис. 10. Трасса. Вид с высоты 100 м

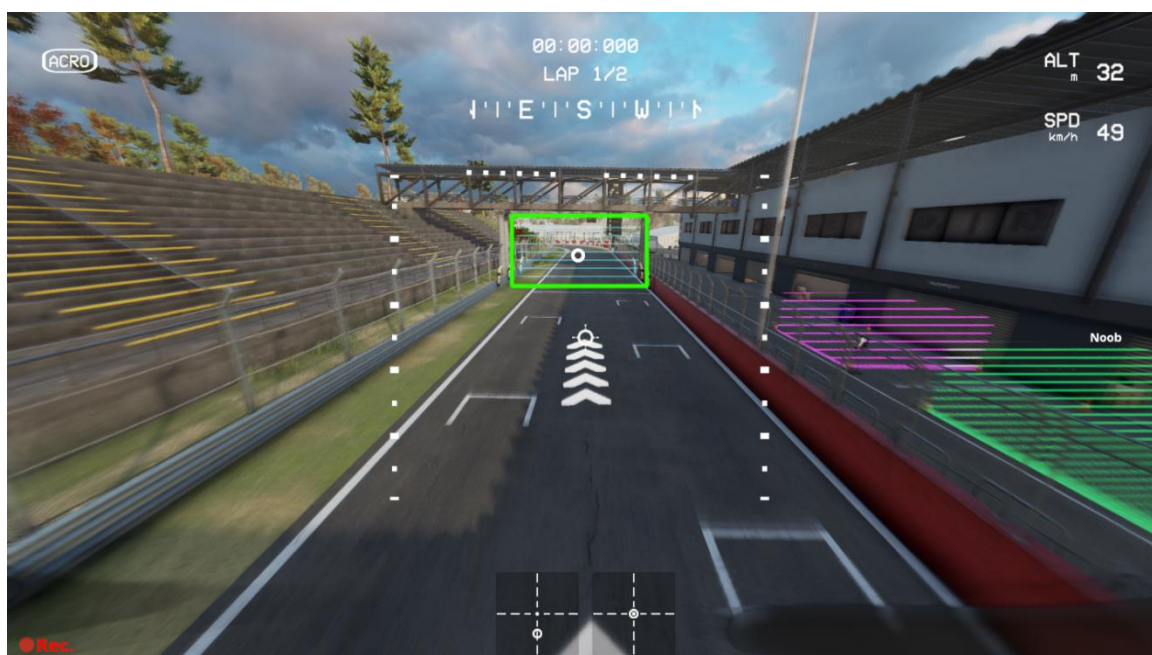


Рис. 11. Вид от первого лица на контрольную точку

Контрольные вопросы

1. Организация дистанционного управления БВС.
2. Устройство квадрокоптера, его основные узлы.
3. Сравните основные ТТХ FPV-дронов и «коммерческих БВС».
4. Особенности применения FPV-дронов.
5. Каковы внешние отличия FPV-дронов и «коммерческих» БВС?
6. Демаскирующие признаки БВС?
7. Каким нормативным правовым актом регламентируется летная натренированность внешних пилотов МВД России?

ОСНОВЫ ПИЛОТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ

Цель работы: ознакомиться со способом управления БВС со стабилизацией.

Оборудование:

Компьютер с установленным ПО.

Пульт управления с возможностью подключения к компьютеру или геймпад.

Программное обеспечение DJI Flight Simulator.

Краткие теоретические сведения

Коммерческий дрон – это БВС с автоматической стабилизацией полета, которое используется для различных целей, таких как: доставка посылок, помощь в сельском хозяйстве (мониторинг посевов, внесение удобрений и пестицидов), в правоохранительной деятельности (относят к БАС «двойного назначения»), а также отвечает за съемку и картографирование.

Существует большое разнообразие фирм производителей, такие как DJI, Autel Robotics, Yuneec, Parrot, 3DR Robotics, SenseFly, Skydio, Freefly Systems, Hoverfly Technologies, Altavian и другие. Однако, несмотря на большое разнообразие все БВС со стабилизацией управляются одинаково.

Рассмотрим датчики, которые позволяют дрону стабилизироваться, летать автономно и контролировать высоту:

Оптические датчики – устройства, предназначенные для обнаружения объектов, измерения расстояния, определения цвета и других свойств освещенной поверхности.

Инфракрасные датчики – оптические датчики, использующие инфракрасное излучение для измерения расстояния до объектов.

Ультразвуковые датчики – датчики расстояния, которые используют ультразвуковые волны для измерения расстояния до объекта.

Барометрический датчик – датчик, позволяющий определять высоту БВС по атмосферному давлению.

Гироскоп – это устройство, которое измеряет угловую скорость вращения. Используется для стабилизации дрона в воздухе, компенсируя изменения ориентации дрона.

Акселерометр – это устройство, которое измеряет линейное ускорение. Используется для определения ускорения дрона и направления гравитации.

Вид «интеллектуального» типа пульта представлен на рисунке 12.

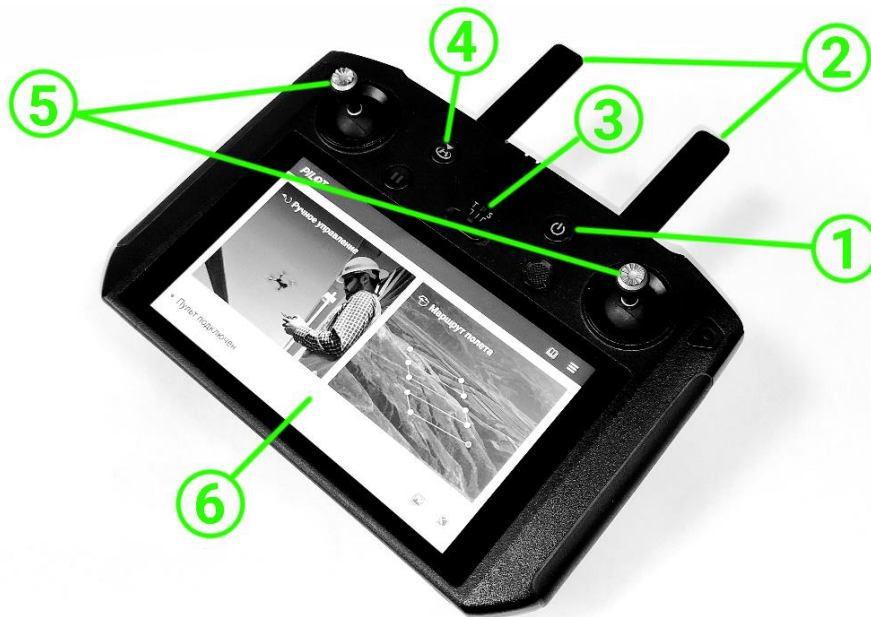


Рис. 12. «Интеллектуальный» пульт управления:
 1 – кнопка питания; 2 – антенны; 3 – переключатель режимов полета;
 4 – кнопка возврата домой; 5 – левый/правый стик; 6 – сенсорный экран

Управление (Режим 2)

Разберем способ управления БВС в режиме управления 2.

Левый стик используется для управления высотой дрона и его рысканием, правый же стик отвечает за крен и тангаж беспилотного воздушного судна (рис. 13). Разберем каждый стик отдельно.

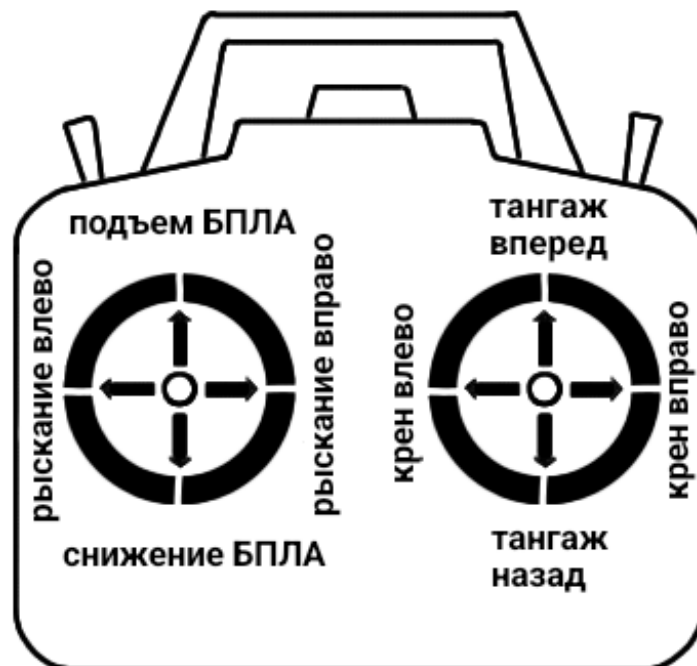


Рис. 13. Схема управления БВС со стабилизацией

Перемещение левого стика вверх (рис. 14 а) приводит к набору высоты БВС. Перемещение левого стика вниз (рис. 14 б) приводит к снижению высоты БВС. Когда пользователь двигает левый стик вправо или влево (рис. 15), дрон осуществляет вращение (рыскание) вокруг своей оси вправо и влево соответственно.

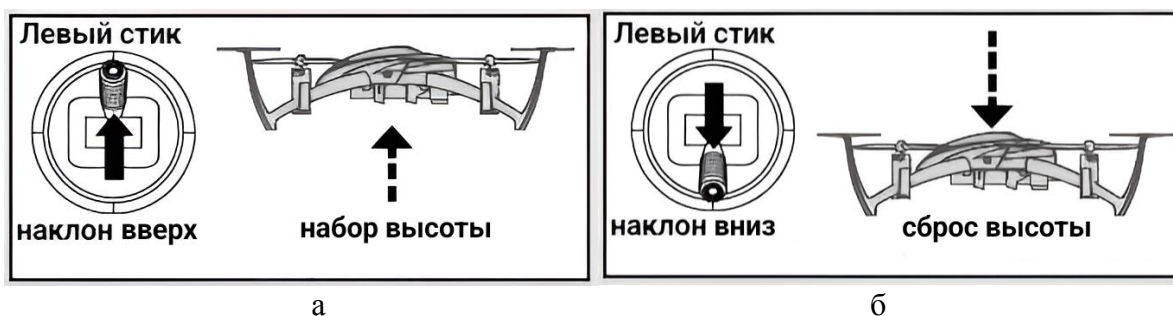


Рис. 14. Управление левым стиком (вид с левого борта дрона)

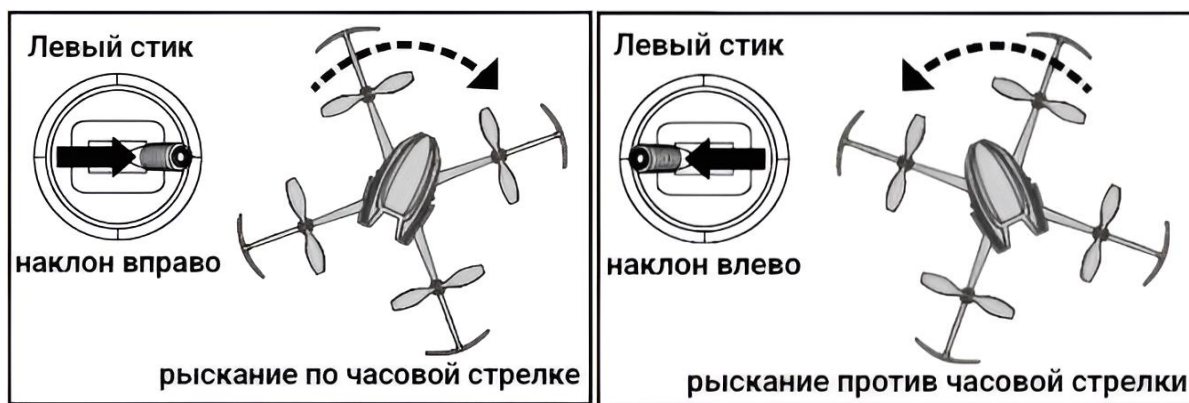


Рис. 15. Управление левым стиком (вид сверху)

При движении правого стика вверх (рис. 16 а), БВС осуществляет тангаж вперед. При движении правого стика вниз (рис. 16 б), БВС осуществляет тангаж назад. Движение правого стика вправо (рис. 17а), приводит к крену коптера вправо. Движение правого стика влево (рис. 17 б), приводит к крену коптера влево.



Рис. 16. Управление правым стиком (вид с левого борта дрона)



Рис. 17. Управление правым стиком (вид с кормы дрона)

Данные модели дронов характеризуются автоматическим взлетом и посадкой, не требующими вмешательства человека. Для запуска двигателя и взлета требуется свести стики к центру и опустить их вниз (рис. 18). После этого поднять левый стик для взлета. Для посадки необходимо опустить левый стик вниз до упора и удерживать его в этом положении в течение 3 секунд. После этого дрон автоматически приземлится.

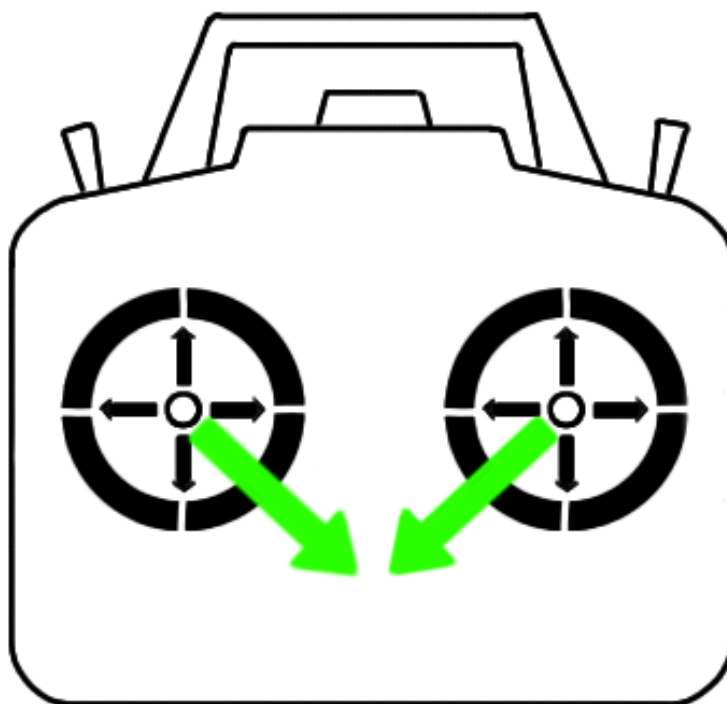


Рис. 18. Схема запуска двигателей

Порядок выполнения работы

1. Подключите джойстик (контроллер) к ПК и откройте программу симулятора.

2. Перейдите в меню «свободный полет», выберите карту для тренировки и БВС после чего нажмите Enter (симулятор учитывает индивидуальные особенности различных моделей БВС).

3. Запустите свободный полет. Последовательно просмотрите возможные виды экрана (вид от третьего лица; вид от первого лица с видом на пульт и руки внешнего пилота; вид от первого лица). Выберите вид от первого лица (FPV) беспилотника. На экране будет демонстрироваться изображение сенсорного экрана «интеллектуального» пульта дистанционного управления (рис. 19).



Рис. 19. Вид от первого лица программы DJI Flight Simulator, где:

- 1 – связь со спутниками; 2 – связь с пультом; 3 – связь с камерой; 4 – время полета;
- 5 – остаток заряда батареи; 6 – управление камерами; 7 – карта местности;
- 8 – телеметрические данные, где D – расстояние от пульта управления до БВС, H – высота полета БВС, H S – горизонтальная скорость полета БВС, V S – вертикальная скорость БВС;
- 9 – компас; 10 – функция возврата домой; 11 – автоматическая посадка

4. Для отработки навыков управления БВС в симуляторе выполните ряд упражнений.

5. Произведите взлет на высоту 50 метров, для этого наклоните левый стик вперед, при этом правый стик держите в центральном положении. Контроль высоты осуществляйте «по приборам» – показаниям телеметрии на экране пульта (п. 8, рис. 19).

6. **Упражнение № 1 «Полет по квадрату».** Данное упражнение направлено на развитие навыков перемещения БВС в пространстве, координацию управления в разных направлениях и помощь начинающим пилотам в базовых способах управления движением БВС в пространстве. Для его выполнения необходимо определить четыре точки, образующие вершины квадрата в пространстве симулятора (рис. 20).

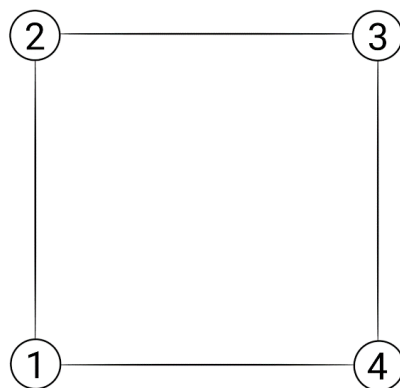


Рис. 20. Упражнение «Квадрат»

7. Рассмотрим несколько способов выполнения этого упражнения:

7.1. «Квадрат» без изменения ориентации БВС. Для перемещения между заданными точками используйте правый стик контроллера следующим образом:

Точки 1–2: передвиньте правый стик от себя и удерживайте его в этом положении до достижения точки 2.

Точки 2–3: наклоните правый стик вправо и перемещайте БВС до достижения точки 3.

Точки 3–4: наклоните правый стик вниз.

Точки 4–1: переместите правый стик влево для завершения траектории.

7.2. «Квадрат» следованием (перемещение происходит всегда носовой частью БВС). Для перемещения между заданными точками используйте правый стик контроллера следующим образом:

Точка 1 2: передвиньте правый стик от себя и удерживайте его в этом положении до достижения точки 2.

Точка 2–3: наклоните левый стик вправо добившись поворота БВС на 90 градусов, далее передвиньте правый стик от себя и удерживайте его в этом положении до достижения точки 3.

Перемещение между точками 3 – 4, 4 – 1 происходит аналогичным образом как описано для точек 2 – 3.

Дальнейшее усложнение данного упражнения может заключаться в движении только кормой вперед, левым или правым бортом вперед, квадрат в вертикальной плоскости и т. д.

8. **Упражнение № 2 «Восьмерка».** Целью данного упражнения является отработка точности маневрирования и управления движением БВС.

9. Для выполнения этого упражнения определите три контрольные точки, как показано на рисунке 21.

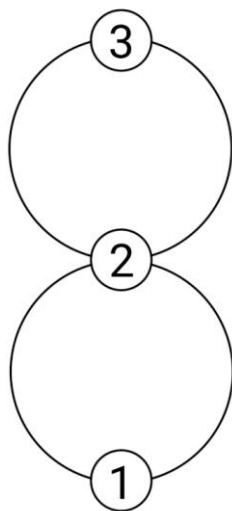


Рис. 21. Упражнение «Восьмерка»

10. Перемещение между контрольными точками осуществляется посредством манипуляций с правым и левым стиком. Для перемещения между заданными точками используйте левый и правый стики контроллера следующим образом:

Точки 1–2: левый стик начните плавно наклонять вправо, одновременно с этим правый стик передвигайте от себя. Регулируйте нажатием левого стика диаметр окружности, а правым скорость движения БВС.

Точки 2–3–2: левый стик начните плавно наклонять влево, одновременно с этим правый стик продолжайте держать от себя пройдя промежуточную точку 3 до точки 2.

Точки 2–1: левый стик начните плавно наклонять вправо, одновременно с этим правый стик всё так же удерживайте от себя до момента достижения точки 1.

11. **Упражнение № 3 «Облет точки интереса».** Данное упражнение содержит в себе практически важную цель научиться облетать и осуществлять фото- и видеофиксацию точки интереса, не теряя ее из поля зрения камеры.

12. Выберите объект в симуляторе, вокруг которого будет осуществляться облет (рис. 22).

13. Для выполнения упражнения № 3 «Облет точки интереса» необходимо выполнить следующие действия:

Облет по часовой стрелке – сводите правый и левый стик друг к другу регулируя при этом скорости движения, разворота и радиус облетаемой точки интереса.

Облет против часовой стрелки – разводите правый и левый стик друг от друга, регулируя при этом скорости движения, разворота и радиус облетаемой точки интереса.

14. Выполните упражнение № 2 и № 3 разными частями БВС вперед.

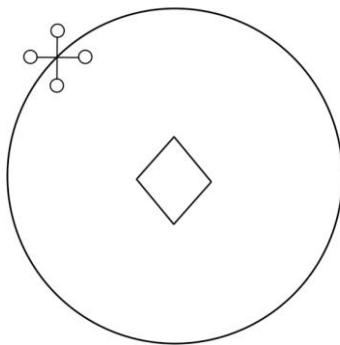


Рис. 22. Упражнение «Облет точки интереса»

Контрольные вопросы

1. Модели БВС, стоящих на снабжении МВД России.
2. Датчики и сенсоры БВС.
3. Разновидности пультов дистанционного управления.
4. Каким дополнительным навесным оборудованием (полезной нагрузкой) может быть оснащено БВС со стабилизацией?
5. Применение БАС СН в полиции.
6. Какие подразделения МВД России занимаются эксплуатацией РТК и БВС?
7. Мультикоптеры и их виды.

3. ОСНОВЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БВС

3.1 Анализ современных методов противодействия БВС

В современных условиях применение преступниками беспилотных технологий для совершения различных правонарушений многократно повышает их эффективность и общественную опасность. В этой связи особое значение имеет способность полиции противодействовать применению в противоправных целях БВС и иных робототехнических комплексов.

В соответствии с пунктом 40 статьи 13 Закона Российской Федерации от 7 февраля 2011 года № 3-ФЗ «О полиции» [33] сотрудники полиции имеют право пресекать нахождение беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве в целях защиты жизни, здоровья и имущества граждан над местом проведения публичного (массового) мероприятия и прилегающей к нему территории, проведения неотложных следственных действий и оперативно-розыскных мероприятий.

В соответствии с пунктами 12 и 15 части 1 статьи 21 Закона Российской Федерации от 7 февраля 2011 года № 3-ФЗ «О полиции» сотрудники полиции имеют право применять специальные технические средства противодействия БВС для пресечения нахождения беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве в целях, предусмотренных пунктом 40 части 1 статьи 13 данного закона (п. 12 введен Федеральным Законом от 02.12.2019 № 404-ФЗ).

В соответствии с пунктом 5 части 3 статьи 23 Федерального закона «О полиции» сотрудники полиции имеют право применить огнестрельное оружие для пресечения нахождения БВС в воздушном пространстве в целях, предусмотренных пунктом 40 части 1 статьи 13, если иными средствами прекратить их нахождение в воздушном пространстве не представляется возможным (п. 5 введен Федеральным Законом от 02.12.2019 № 404-ФЗ).

Противодействие БВС сотрудниками полиции осуществляется согласно Приказу МВД России от 16 ноября 2023 г. № 865 «Об утверждении Порядка принятия решения о пресечении функционирования беспилотных воздушных, подводных и надводных судов и иных автоматизированных беспилотных в целях защиты жизни, здоровья и имущества граждан, сотрудников органов внутренних дел, в том числе в месте проведения публичного (массового) мероприятия и прилегающей к нему территории, проведения неотложных следственных действий и оперативно-розыскных мероприятий и Перечня должностных лиц, уполномоченных на принятие такого решения» [34].

Основными способами пресечения несанкционированных полетов БВС являются подавление или преобразование сигналов дистанционного управления БВС, воздействие на наземные пульты управления, а также по-

вреждение или уничтожение БВС. Выбор способа пресечения осуществляется с учетом создавшейся обстановки, характера и степени опасности возможных последствий нахождения БВС в воздушном пространстве.

К основным современным методам противодействия БВС относятся [32]:

- радиоэлектронный (нейтрализация БВС радиоэлектронным воздействием, подавляющим канал управления и передачи информации между оператором и воздушным судном, а также сигналы спутниковых навигационных систем);

- микроволновый (функциональное поражение импульсными электромагнитными воздействиями, сверхвысокочастотным электромагнитным излучением полупроводниковых и оптико-электронных элементов радиоэлектронных устройств, функционирующих в составе БВС в результате их перегрева или пробоя);

- лазерный (поражение электронных приборов, прежде всего матриц приемников оптико-электронных средств, бортовой аппаратуры наблюдения БВС воздействием узконаправленного лазерного электромагнитного излучения);

- акустический (воздействие на БВС звуковой волной в целях вывода из строя подбором резонансных частот бортового гироскопа, обеспечивающего стабилизацию полета воздушного судна);

- сетевой (нейтрализация БВС с помощью сети-ловушки, набрасываемой на низкоскоростные мультикоптеры, либо находящиеся в режиме зависания).

- зенитно-стрелковый метод (непосредственное физическое уничтожение).

Зенитно-стрелковый метод является наиболее традиционным и применяемым достаточно давно. Поражение БВС осуществляется зенитными ракетными и артиллерийскими системами и стрелковым вооружением. Эффективность стрелкового оружия, стоящего на вооружении МВД России, в борьбе с малоразмерными и высокоманевренными целями относительно невысока. Кроме того, ведение огня по БВС, находящимся над местами проведения массовых мероприятий, само по себе несет риски для гражданских лиц в них участвующих. По этой причине в Российской Федерации летальное оружие для пресечения нахождения БВС в воздушном пространстве сотрудниками полиции может применяться лишь в тех случаях, когда иными средствами прекратить их полет не представляется возможным.

Аргументом в пользу использования зенитно-стрелкового метода при борьбе с БВС-нарушителями является факт появления БВС, не восприимчивых к техническим средствам противодействия, осуществляющих полет в автономном режиме.

Применение *средств радиоэлектронного подавления* при противодействии противоправному использованию БВС является в настоящее время одним из перспективных направлений в данной области.



Рис. 23. Защитный комплекс СТРИЖ-2

Средства радиоэлектронного подавления могут применяться одним из нескольких способов или их комбинацией:

- подавление или навязывание ложных режимов работы КРУ и радиолиниям передачи данных БВС;
- подавление или навязывание ложных режимов работы каналу навигации БВС (спуфинг), основанному на приеме и обработке сигналов одной или нескольких СРНС.

Этапу применения средств радиоэлектронного подавления предшествует вскрытие средствами радио- и радиотехнической разведки факта полета БВС, вскрытие сигнально-частотных параметров КРУ и сигналов СРНС, которые потенциально могут быть использованы для навигации БВС в данном районе. Эти сигнально-частотные параметры передаются средствам радиоэлектронного подавления в качестве целеуказания.

Применение средств радиоэлектронного подавления против БВС по сравнению со средствами огневого поражения обладает следующими преимуществами [32]:

- в процессе применения средства радиоэлектронного подавления не расходуют каких-либо материальных средств поражения, а только возобновляемый ресурс электромагнитной энергии;
- современные средства радиоэлектронного подавления могут формировать широкий спектр радиоэлектронных помех, адаптивно выбирая те из них, которые в максимальной степени эффективны в отношении конкретных объектов подавления;
- средства радиоэлектронного подавления обладают «площадным эффектом», позволяющим одновременно поражать несколько БВС, имеющих

сходное РЭО, единую КРУ, принципы навигации, основанные на использовании сигналов одних и тех же СРНС;

– при условии успешного разрешения целей, как отдельных ИРИ, средства радиоэлектронного подавления могут быть избирательными, подавляя только ИРИ с определенными параметрами, например, НПУ БВС, формирующий КРУ с определенной структурой сигналов, или сигналы определенной СРНС;

– в отдельных случаях, при условии успешного вскрытия структуры сигналов и формата передаваемых сообщений в КРУ и в канале навигации, средства радиоэлектронного подавления позволяют перехватить управление БВС и навязать ему ложную траекторию полета.

Наиболее эффективны средства, принцип функционирования которых основан на формировании направленного ЭМИ для нанесения ущерба целям – *средствам функционального поражения электромагнитным излучением* (ФП ЭМИ). Средства ФП ЭМИ (рис. 24) обладают большим «площадным эффектом», обеспечивая относительно эффективное прекращение полета практически всех БВС, попадающих в зону их действия независимо от их типа, режима управления (дистанционное управление или автономный полет), типа навигационной системы. Эффективность ФП ЭМИ основана на изменениях электрофизических параметров полупроводниковых элементов многочисленных радиоэлектронных систем (РЭС), функционирующих в составе БВС. Однако им свойственны существенные недостатки – высокая мощность создаваемого ЭМИ и сложность обеспечения его «избирательности» в отношении поражаемых РЭС. К недостаткам следует отнести высокую потребляемую мощность, низкую мобильность, крупные габариты, высокую стоимость и опасность для биологических объектов.



Рис. 24. Комплекс «Ранец-Э»

Функциональное поражение БВС лазерным излучением является в настоящее время еще одним перспективным, но пока еще не получившим широкого распространения способом противодействия БВС.

Лазер способен формировать сильное ЭМИ в оптическом диапазоне волн с высокой плотностью энергии в весьма узком телесном угле. Свойство очень узкой направленности луча и высокая энергетическая плотность излучения позволяют применять лазер в качестве средства функционального поражения [32]. Лазеры способны генерировать ЭМИ в широком оптическом диапазоне, однако, как средства функционального поражения практический интерес представляют оптические квантовые генераторы, работающие в так называемых «окнах прозрачности» атмосферы, которым соответствуют волны оптического диапазона $\lambda=0,5-2$ мкм, за исключением «непрозрачных» участков $\lambda=0,95; 1,15; 1,3-1,5$ мкм [32]. В ИК-диапазоне тоже есть «окна прозрачности», где отсутствуют линии молекулярного поглощения различных атмосферных газов и аэрозольных примесей. Однако для длин волн менее 0,3 мкм атмосфера абсолютно непрозрачна. Но даже в диапазоне прозрачности атмосферы лазерный луч рассеивается в облаках, в тумане и на аэрозолях.

Метод имеет высокую эффективность, которая, однако, существенно зависит от метеоусловий. Эффективность может быть существенно снижена, фактически сведена к нулю, применением одиночными или группой БВС таких элементарных способов маскировки, как распыление аэрозолей типа «дымовая завеса». Лазерные средства поражения (рис. 25) требуют высокоточного внешнего целеуказания, как правило, от РЛС или ОЭС обнаружения БВС.



Рис. 25. Лазерный комплекс «Пересвет»

Для достижения эффекта поражения БВС требуется удержание лазерного луча на цели в течение 0,5–15 с, что на высоких дальностях и при маневренном полете БВС является достаточно сложной технической задачей.

Противодействие БВС с использованием специальных БВС-перехватчиков является одним из наименее проработанных. В качестве платформы БВС-перехватчика обычно рассматривают многофункциональный БВС самолётного типа. Предполагается двухэтапное применение такого БВС в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Предварительное целеуказание для БВС-перехватчика осуществляется с наземного ПУ. В качестве средства поражения на БВС-перехватчике может быть установлена малокалиберная легкая гладкоствольная пушка. В качестве поражающих элементов – композитная дробь. Другой вариант БВС-перехватчика-истребителя предлагает размещение на борту большого количества «пакетов» с поражающими элементами. При этом в качестве поражающих элементов могут рассматриваться: объемные сети или нити из высокопрочных материалов; иглы; клейкие аэрозоли; горючие аэрозоли.

Критическими для принятия решения по продолжению дальнейших исследований явились следующие факторы:

- в среднем, стоимость поражения БВС существенно превышает стоимость самих поражаемых БВС;
- низкая эффективность применения БВС-перехватчика против групп малогабаритных маневренных БВС;
- существенное усложнение структуры подразделения, которому должен быть придан комплекс с БВС-перехватчиком, и, как результат, утрата оперативности и мобильности;
- быстрое и резкое снижение эффективности комплексов с БВС-перехватчиками по мере расходования таких БВС из комплекта в потери.

В некоторых *сетевых решениях* сеть либо выстреливается в БВС-нарушитель (рис. 26 а), либо постоянно закреплена снизу БВС-перехватчика (рис. 26 б), что позволяет ему «собирать» сеть за один вылет несколько малых БВС-квадрокоптеров.

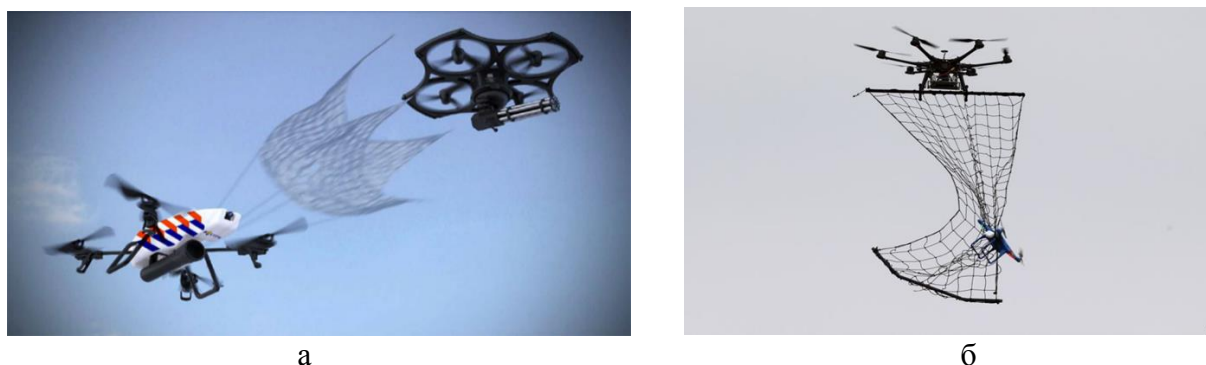


Рис. 26. БВС-перехватчики

Использование сетей – улавливателей БВС, применяемых с земли или с других БВС, в настоящее время является активно развиваемым направлением. В целом, способ противодействия БВС за счет использования сетей является весьма эффективным, особенно в условиях городской застройки.

Однако этому способу присущи некоторые недостатки, которые ограничивают его применение:

- малая дальность применения – не более 200–300 м;
- пригодность только для низкоскоростных и зависающих БВС;
- возможность применения только в пределах визуального наблюдения;
- сильная зависимость от погодных, и особенно ветровых, условий.

К наиболее перспективным высококомобильным системам противодействия БВС, применительно к правоохранительной деятельности [32] в первую очередь следует отнести **антидроновые ружья-блокираторы**, принцип действия которых основан на воздействии СВЧ излучения на БВС без нанесения функционального поражения, являющиеся, по сути, портативными средствами радиоэлектронного подавления (рис. 27).



Рис. 27. Антидроновые ружья-блокираторы

В настоящее время в Российской Федерации производителями создана линейка вышеупомянутых изделий (Аргумент 2 (рис. 27 а), Айрат 100 (рис. 27 б), ЛПД-801, Гарпун, Арпа-600, Rex (концерн Калашников), Ступор, Парс-Д и т. д.), различающихся по цене, мощности, селективности подавляемых сигналов, а также дальности подавления сигналов БВС. Применение антидроновых ружей заключается в постановке помех на каналах управления, навигации, передачи видеосигнала и телеметрии.

Частоты, на которых «работают» антидроновые ружья:

- 433 МГц (подавление каналов телеметрии);
- 900 МГц (подавление каналов управления);
- 1,2/1,6 ГГц (подавление каналов навигации и управления);
- 2,4 ГГц (подавление каналов управления);
- 5,2 ГГц (подавление каналов передачи видео);
- 5,8 ГГц (подавление каналов передачи видео).

Перекрытие этих частотных диапазонов является основным фактором при выборе ружья. Чем в большем диапазоне частот может работать ружье, тем с большей вероятностью сможет подавить БВС нарушителя/противника.

При выборе антидронного ружья необходимо также учитывать следующие параметры [32]:

- Частоты, на которых работает изделие.

- Мощность, излучаемая в каждый диапазон частот.
 - Коэффициент передающих (излучающих) антенн антидронного ружья.
 - Емкость аккумуляторов.
 - Дальность действия антидронного ружья (этот параметр направленности излучающих антенн ружья).
 - Надежность конструкции и надежность ружья, теплоотвод СВЧ-плат.
 - Форма и эргономика ружья. Вес ружья.
 - Наличие упаковочного кейса/чемодана/сумки для транспортировки
- Антенны антидроновых ружей обладают достаточно широкой диаграммой направленности и позволяют «попасть» в БВС с использованием традиционных прицельных приспособлений.

Важно учитывать, что ружье не «сбивает» дрон.

При воздействии на БВС (желательно – одновременно во всех диапазонах), приводятся в действие различные алгоритмы, которыми запрограммировано в БВС на случай потери связи:

- осуществление посадки;
- зависание до момента восстановления связи или до полного расхода батареи с последующей посадкой;
- возврат к месту запуска;
- вертикальный взлет до восстановления связи и/или возвращение к месту взлета и т. п.

Зная это, сотрудник, оперирующий антидроновым ружьем, выбором/сменой постоянного и импульсного режимов работы ружья должен вынудить БВС приземлиться, либо совершать маневры, которые приведут к его аварии (например, к столкновению с препятствием).

Эффективность применения антидроновых ружейкратно повышается при использовании совместно с другими методами, например, с зенитно-стрелковым.

3.2. Действия личного состава в условиях применения беспилотных воздушных судов

В местах постоянной дислокации необходимо обеспечить:

1. Маскировку места расположения подразделения.

Место расположения вычисляется по движению военнослужащих, дыму и отблеску костров, кучам мусора на позициях – всему, что выглядит неестественно и выделяется на местности.

2. Наблюдение за воздушным пространством.

Организовать наблюдение за воздушным пространством, установить сигналы оповещения при появлении БВС (дрона), вооружить наблюдателя огнем (противодроновым) средством для нанесения поражения (воспрепятствования приближения) БВС (дрона).

3. Оборудование необходимым количеством перекрытых щелей для личного состава и укрытия для техники связи и резерва средств связи.

4. При обнаружении в воздушном пространстве БВС организовать размещение личного состава в укрытиях.

При перемещении и выполнении оперативно-служебных задач необходимо обеспечить:

1. Нахождение и передвижение по теневой стороне улицы, чтобы силуэт и тень не контрастировали с общим фоном. В лесу или посадках – на удалении от края, за вторым – третьим рядом деревьев.

2. Передвижение личного состава небольшими группами, рассредоточено для усложнения корректировки артиллерийского огня.

3. Назначение наблюдателя за воздушным пространством при перемещении подразделения.

3.3. Алгоритм действий сотрудников ОВД при обнаружении БВС

При обнаружении (поступлении информации об обнаружении) над территорией (вблизи) объекта неизвестного БВС:

1. Сотрудник полиции должен незамедлительно сообщить об этом непосредственному руководителю.

2. Должностное лицо, осуществляющее непосредственное руководство деятельностью сотрудников ОВД, либо уполномоченное им лицо незамедлительно информирует об этом территориальный орган МВД России, УФСБ России, а также ЕДДС –112.

При направлении информации лицо, передающее информацию, сообщает:
– свою фамилию, имя, отчество и занимаемую должность (позывной, если информация передается по открытым каналам радиосвязи);

– наименование объекта и его точный адрес;

– характер поведения БВС (зависание, барражирование над объектом, направление пролета, внешний вид и т. д.);

– другие сведения по запросу уполномоченного органа.

3. Выставить наблюдательный пост за воздушным пространством над территорией и вблизи охраняемого объекта.

4. Принять меры для получения дополнительной информации в т. ч. его фото-видеосъемки (при наличии соответствующей возможности).

5. По возможности исключить нахождение на открытых площадках массового скопления людей.

6. Усилить охрану, а также пропускной и внутриобъектовый режим.

7. Организовать обход территории объекта в целях обнаружения подозрительных (взрывоопасных) предметов и лиц.

8. В случае получения от дежурных служб территориальных органов МВД России, УФСБ России, дополнительных указаний (рекомендаций) действовать в соответствии с ними.

9. По решению должностного лица, либо уполномоченного им лица, при угрозе жизни и здоровью людей, организовать оповещение сотрудников о возможной угрозе, организовать (при необходимости) укрытие или эвакуацию находящихся на объекте людей.

При посадке (падении, проникновении) БВС на территорию объекта необходимо:

- 1) зафиксировать время и место его обнаружения;
- 2) незамедлительно сообщить о происшествии непосредственному руководителю;
- 3) не подходить, не трогать и не передвигать обнаруженное БВС, исключить любой вид воздействия на него (механический, термический, химический, электромагнитный);
- 4) исключить использование вблизи БВС средств радиосвязи;
- 5) отойти от места обнаружения БВС на безопасное расстояние;
- 6) ограничить доступ людей в зону падения БВС;
- 7) обеспечить охрану предмета и зоны падения до прибытия следственно-оперативной группы;

Аналогичный алгоритм действий применяется при отделении от БВС (сбросе) предметов и их падении на территорию объекта.

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ ПРИ ПОМОЩИ АНТИДРОНОВОГО РУЖЬЯ

Цель работы: изучение устройства и отработка навыков применения антидроновых ружей для осуществления противодействия противоправному применению БВС.

Оборудование: макет массо-габаритный (ММГ) антидронового ружья, комплект документации к антидроновому ружью.

Порядок выполнения работы

Внимание: отработка навыков применения антидронового ружья осуществляется исключительно на его ММГ!

1. Изучите документацию антидронового ружья-блокиратора. Обратите внимание на меры безопасности, назначение органов управления, мероприятия по обслуживанию ружья, подавляемые диапазоны частот и способ его применения.

2. При помощи ММГ отработайте смену и зарядку аккумуляторов.

3. При помощи ММГ отработайте перевод из транспортировочного положения в походное, затем в боевое и обратно.

4. При помощи ММГ отработайте включение и выключение ружья.

5. При помощи ММГ отработайте переключение диапазонов частот, обратив особое внимание на их соответствие типовым диапазонам сигналов управления, навигации, передачи видео и данных телеметрии БВС.

6. При помощи ММГ отработайте импульсный и непрерывный режимы работы ружья.

7. Самостоятельно изучите существующие модели антидроновых ружей и проведите их сравнительный анализ.

Контрольные вопросы

1. Модели антидроновых ружей, стоящих на снабжении МВД России.
2. Назначение и принцип действия антидроновых ружей.
3. Меры безопасности при эксплуатации антидроновых ружей.
4. Оцените потенциальную эффективность антидроновых ружей по противодействию различным типам БВС.

5. Тактика применения антидроновых ружей.

6. Нормативный правовой акт, регламентирующий порядок применения антидроновых ружей.

7. Какие должностные лица МВД России уполномочены для принятия решения о пресечении функционирования беспилотных воздушных судов?

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. от 08.08.2024) // СПС «КонсультантПлюс».
2. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации утвержденные : постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138. (В редакции постановлений Правительства Российской Федерации от 21.06.2023 № 1016) // СПС «КонсультантПлюс».
3. О знаках государственной принадлежности на воздушных судах государственной авиации : постановление Правительства Российской Федерации от 04.03.2010 № 127 // СПС «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении Федеральных авиационных правил производства полетов государственной авиации : приказ Министра обороны Российской Федерации от 24.09.2004 № 275 // СПС «КонсультантПлюс».
5. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Организация воздушного движения в Российской Федерации» : приказ Минтранса России от 25.11.2011 № 293 // СПС «КонсультантПлюс».
6. Об утверждении Руководства по предотвращению авиационных происшествий с государственными воздушными судами в Российской Федерации : приказ Министра обороны Российской Федерации от 30.09.2002 № 390 // СПС «КонсультантПлюс».
7. Об утверждении Федеральных авиационных правил государственной регистрации государственных воздушных судов : приказ Министра обороны Российской Федерации от 28.11.2002 № 460 // СПС «КонсультантПлюс».
8. Об установлении Федеральных авиационных правил «Основания, порядок и периодичность проведения медицинских осмотров специалистов авиационного персонала государственной авиации, являющихся членами экипажа государственного воздушного судна (в том числе внешних пилотов), лиц осуществляющих управление полетами, парашютистов, лиц, участвующих в выполнении задания на полет, и перечень включаемых в них исследований» : приказ Министра обороны Российской Федерации от 28.06.2009 № 360 // СПС «КонсультантПлюс».
10. Об утверждении Правил расследования авиационных происшествий и авиационных инцидентов с государственными воздушными судами в Российской Федерации : постановление Правительства Российской Федерации от 2 декабря 1999 г. № 1329 // СПС «КонсультантПлюс».
11. Об утверждении Положения о Федеральном агентстве воздушного транспорта : постановление Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 396 // СПС «КонсультантПлюс».
12. О порядке разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о

факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими : постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 1215 // СПС «КонсультантПлюс».

13. Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации : постановление Правительства Российской Федерации от 25 мая 2019 г. № 658 // СПС «КонсультантПлюс».

14. Об утверждении Концепции интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации и плана реализации Концепции в части развития технологий : распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 октября 2021 г. № 2806-р // СПС «КонсультантПлюс».

15. Об утверждении комплексной программы развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июня 2022 г. № 1693-р // СПС «КонсультантПлюс».

16. Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года. Утверждена Распоряжением правительства Российской Федерации от 21 июня 2023 г. № 1630-р // СПС «КонсультантПлюс».

17. Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее : приказ Минтруда России от 14 сентября 2022 г. № 526н «Об утверждении профессионального стандарта // СПС «КонсультантПлюс».

18. Об утверждении Административного регламента Федерального агентства воздушного транспорта предоставления государственной услуги по учету беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации : приказ Росавиации от 28 октября 2019 г. № 1040-П // СПС «КонсультантПлюс».

19. ГОСТ Р 56122-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования // СПС «КонсультантПлюс».

20. ГОСТ Р 57258-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы беспилотные авиационные. Термины и определения // СПС «КонсультантПлюс».

21. ГОСТ Р 59517-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация // СПС «КонсультантПлюс».

22. ГОСТ Р 59518-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы. Порядок разработки // СПС «КонсультантПлюс».

23. ГОСТ Р 59519-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования // СПС «КонсультантПлюс».

24. ГОСТ Р 59520-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы. Функциональные свойства станции внешнего пилота // СПС «КонсультантПлюс».

25. ГОСТ Р 59751-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы с беспилотными воздушными судами самолетного типа. Требования к летной годности // СПС «КонсультантПлюс».

26. Об утверждении норм положенности специальной техники для отдельных подразделений центрального аппарата МВД России и средств связи, вычислительной, электронной организационной и специальной техники для территориальных органов МВД России, медицинских (в том числе санитарно-курортных) организаций системы МВД России, окружных управлений материально-технического снабжения системы МВД России, а также иных организаций и подразделений, созданных для выполнения задач и осуществления полномочий, возложенных на органы внутренних дел Российской Федерации : приказ МВД России от 29 декабря 2012 г. № 1157 // СТРАС «Юрист».

27. Основные направления научно-технической политики МВД России до 2030 года. Одобрены решением Научно-технического совета МВД России (протокол от 29.04.2021 № 5), утверждены заместителем Министра внутренних дел Российской Федерации генерал-полковником полиции В.Д. Шуликой 21 июня 2021 г. // СПС «КонсультантПлюс».

28. Об утверждении Курса поддержания летной натренированности авиационного персонала МВД России на беспилотных воздушных судах : приказ МВД России от 29.12.2022 № 1111 // СТРАС «Юрист».

29. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195–ФЗ. // СПС «КонсультантПлюс».

30. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63–ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».

31. Отчет о научно-исследовательской работе Оценка показателей микро БВС (типа Cinewhoop) в целях возможности их применения при проведении специальных операций в закрытых помещениях (заключительный). Шифр «Тангаж». ФКУ НПО «СТИС» МВД РОССИИ. – 61 с.

32. Отчет о научно-исследовательской работе Основы противодействия органами внутренних дел Российской Федерации беспилотным воздушным судам, находящимся в воздушном пространстве (заключительный). Шифр «Частота». ФКУ НПО «СТИС» МВД РОССИИ. 68 с.

33. О полиции : Федеральный закон от 07.02.2011 № 3-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».

34. Об утверждении Порядка принятия решения о пресечении функционирования беспилотных воздушных, подводных и надводных судов и иных автоматизированных беспилотных в целях защиты жизни, здоровья и имущества граждан, сотрудников органов внутренних дел, в том числе в месте проведения публичного (массового) мероприятия и прилегающей к нему территории, проведения неотложных следственных действий и оперативно-разыскных мероприятий и Перечня должностных лиц, уполномоченных на принятие такого решения : приказ МВД России от 16 ноября 2023 г. № 865 // СТРАС «Юрист».

35. Робототехника для вузов / мультимедийное учебно-методическое пособие / ООО «Производственное объединение «Зарница». – 2020 г.

36. Булат П. В. Основы аэродинамики беспилотных воздушных судов : учебное пособие / П. В. Булат, С. Ю. Дудников, П. Н. Кузнецов. – Москва: Спутник+, 2021.

37. Филин А. Д. Организация обслуживания воздушного движения : учебник для СПО / А. Д. Филин, А. Р. Бестугин, В. А. Санников; под науч. ред. Ю. Г. Шатракова. – Москва : Юрайт, 2019. – 515 с.

38. Системы ориентации и наведения беспилотных летательных аппаратов / В. В. Лентовский [и др.]; Балт. Гос. Техн. Ун-т. – Санкт-Петербург, 2019.

39. Бецков А. В. Применение аэромобильных комплексов МВД России при противодействии преступности : учебное пособие / А. В. Бецков. – Москва : Академия управления МВД России, 2017.

40. Богаткин О. Г. Основы авиационной метеорологии. Учебник / О. Г. Богаткин. – Санкт-Петербург : Изд. РГГМУ, 2009.

41. Фридзон М. Б. Основы авиационной метеорологии : учебное пособие / М. Б. Фридзон. – Москва : ИД Академии Жуковского, 2018.

42. Руководство пользователя DJI Mavic 3. – URL: <https://dl.djicdn.com>.

43. Демьянович М. А. Использование беспилотных летательных аппаратов в преступных целях: методы противодействия и борьбы / М. А. Демьянович // Правопорядок: история, теория, практика. – 2019. – № 2 (21). – С. 108–112.

44. Еремин Г. В. Малоразмерные беспилотники – новая проблема для ПВО / Г. В. Еремин, А. Д. Гаврилов, И. И. Назарчук // Отвага. – № 6 (14). – URL: <http://otvaga2004.ru/armiya-i-vpk/armiya-i-vpk-vzglyad/malorazmernye-bespilotniki/>.

45. Митюшин Д. А. Основные направления противодействия беспилотным летательным аппаратам как источнику террористической угрозы / Д. А. Митюшин, С. В. Андреев // Специальная техника. – 2013. – № 5. – С. 56–61.
46. Митрофанов Д. Г. Инновационный подход к вопросу обнаружения малогабаритных беспилотных летательных аппаратов / Д. Г. Митрофанов, С. В. Шишков // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2018. – № 1 (195). – С. 28–40.
47. Самойлов П. В. Угрозы применения малоразмерных БПЛА и определение наиболее эффективного способа борьбы с ними / П. В. Самойлов, К. А. Иванов // Молодой ученый. – 2017. – № 45. – С. 59–65. – URL: <https://moluch.ru/archive/179/46398/64>
48. Еремин Г. В. Организация системы борьбы с малоразмерными БПЛА / Г. В. Еремин, А. Д. Гаврилов, И. И. Назарчук // Арсенал Отечества. – 2014. – № 6 (14). – URL: <http://arsenal-otechestva.ru/new/389-antidrone>.
49. Бакулев П. А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов / П. А. Бакулев. – Москва : Радиотехника, 2004. – 320 с.
50. К вопросу о наблюдении малоразмерных беспилотных летательных аппаратов / А. Е. Ананенков, Д. В. Марин, В. М. Нуждин [и др.] // Труды МАИ. – 2016. – № 91. – С. 19.
51. Ростопчин В. В. Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния / В. В. Ростопчин // Беспилотная авиация. – URL: https://www.researchgate.net/publication/331772628_Udarnye_bespilotnye_letatelnye_apparaty_i_protivovozdusnaa_oborona_problemy_i_perspektivy_protivostoania.
52. Вождаев В. В. Характеристики радиолокационной заметности летательных аппаратов / В. В. Вождаев, Л. Л. Теперин. – Москва : Физматлит, 2018. – 376 с.
53. Рассеяние электромагнитных волн воздушными и наземными радиолокационными объектами : монография / О. И. Сухоревский, В. А. Василец, С. В. Кукобко [и др.] ; под ред. О. И. Сухаревского. – Харьков : ХУПС, 2009. – 468 с.
54. Макаренко С. И. Информационное противоборство радиоэлектронная борьба в сетцентрических войнах начала XXI века : монография / С. И. Макаренко. – Санкт-Петербург : Научные технологии, 2017. – 546 с.
55. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов / В. М. Карташов, В. Н. Олейников, С. А. Шейко [и др.] // Радиотехника. – 2018. – № 195. – С. 235–243. – URL: http://openarchive.nure.ua/bitstream/document/9513/1/Kartashov_235_243.pdf.
56. Перунов Ю. М. Радиоэлектронная борьба: радиотехническая разведка / Ю. М. Перунов, А. И. Куприянов. – Москва : Вузовская книга, 2017. – 190 с.

57. Рощина Н. В. Системы и средства управления беспилотных летательных аппаратов как объект их поражения / Н. В. Рощина // Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. – 2019. – № 1 (4). – С. 68–74.
58. Изделия и комплексы противодействия беспилотным летательным аппаратам [Доклад]. – Санкт-Петербург : Вектор, 2018. – 51 с.
59. Ананенков А. Е. К вопросу о наблюдении малоразмерных беспилотных летательных аппаратов / А. Е. Ананенков, Д. В. Марин, В. М. Нуждин [и др.] // Труды МАИ. – 2016. – № 91. – С. 19.
60. Годунов А. И. Взаимосвязь машинного (технического) зрения с компьютерным зрением при идентификации малогабаритного беспилотного летательного аппарата / А. И. Годунов, С. В. Шишков, Р. Р. Бикеев // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – С. 213–217.
61. Зайцев А. В. Особенности борьбы с тактическими беспилотными летательными аппаратами / А. В. Зайцев, И. И. Назарчук, О. О. Красавцев, Д. А. Кичулкин // Военная мысль. – 2013. – № 5. – С. 37–43.
62. Бодров В. Н. Многоканальные «смотрящие» ОЭС кругового и секторного обзора с высоким угловым разрешением и быстродействием / В. Н. Бодров, Н. В. Прудников, С. Е. Панков // Технологии и материалы для экстремальных условий (прогнозные исследования и инновационные разработки). Материалы всероссийской научной конференции. – Звенигород : Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме РАН, 2018. – С. 324–337.
63. Дмитриев М. Л. Возвращаемый беспилотный летательный аппарат с трехопорным шасси / М. Л. Дмитриев, М. В. Покровский, В. В. Ростопчин, С. И. Федин // Патент РФ № 2408500. 2008. – URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1548576482683.
64. Гейстер С. Р. Решение задачи обнаружения маловысотных легкомоторных летательных аппаратов путем использования акустических и сейсмических полей / С. Р. Гейстер, А. М. Джеки // Наука и военная безопасность. – 2008. – № 1. – С. 42–46.
65. Карташов В. М., Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов / В. М. Карташов, В. Н. Олейников, С. А. Шейко [и др.] // Радиотехника. – 2018. – № 195. – С. 235–243.
66. Изделия и комплексы противодействия беспилотным летательным аппаратам. – Санкт-Петербург : НИИ «Вектор», 2018. – 51 с.
67. Зайцев А. В. Особенности борьбы с тактическими беспилотными летательными аппаратами / А. В. Зайцев, И. И. Назарчук, О. О. Красавцев, Д. А. Кичулкин // Военная мысль. – 2013. – № 5. – С. 37–43.
68. Японцы вычисляют дронов по жужжанию // N+1 19.05.2015. – URL: <https://nplus1.ru/news/2015/05/19/invaders-must-die>

69. Макаренко С. И. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты : монография / С. И. Макаренко, М. С. Иванов, С. А. Попов. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2013. – 166 с.
70. Макаренко С. И. Информационное противоборство радиоэлектронная борьба в сетевых войнах начала XXI века : монография С. И. Макаренко. – Санкт-Петербург : Научно-технические технологии, 2017. – 546 с.
71. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / В. Д. Добыкин, А. И. Куприянов, В. Г. Пономарев, Л. Н. Шустов ; под ред. А. И. Куприянова. – Москва : Вузовская книга, 2007. – 468 с.
72. Куприянов А. И. Радиоэлектронная борьба. Основы теории / А. И. Куприянов, Л. Н. Шустов. – Москва : Вузовская книга, 2011. – 800 с.
73. Буренок В. М. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / В. М. Буренок, В. М. Ляпунов, В. И. Мудров ; под ред. А. М. Московского. – Москва : Вооружение. Политика. Конверсия, 2005. – 418 с.
74. Перунов Ю. М. Зарубежные радиоэлектронные средства / Ю. М. Перунов, В. В. Мацукевич, А. А. Васильев ; под ред. Ю. М. Перунова. В 4 книгах. Кн. 2 : Системы радиоэлектронной борьбы. – Москва : Радиотехника, 2010. – 352 с.
75. Рябов К. Проект Raytheon PHASER: фантастическое оружие в опытной эксплуатации / К. Рябов // Военное обозрение. – URL: <https://topwar.ru/162882-proekt-raytheon-phaser-fantastika-vopyutnoj-jeksplu-atacii.html>.
76. Mizokami K. The Army's Real-Life «Phaser Would Knock Out an Entire Drone Swarm With One Shot» // Popular Mechanics 14.11.2016. – URL: <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a23881/the-army-is-testing-a-real-life-phaser-weapon/>.
77. Рябов К. «Ранец» против ракет / К. Рябов // Военное обозрение. 18.04.2012. – URL: <https://topwar.ru/13539-ranec-protiv-raket.html>.
78. Боевой ЭМИ-генератор «Ранец-Е» // Око планеты. – 04.04.2012. – URL: <https://oko-planet.ru/politik/politikarm/110924-boevoy-emi-generator-ranec-e-rossiya.html>.
79. Investigation on Effects of HPM Pulse on UAV's Datalink./ D. Zhang, X. Zhou, E. Cheng, H. Wan, Y. Chen // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 2020. – Т. 62. – № 3. – С. 829–839.
80. Research on ultrawideband electromagnetic pulse irradiation effect and protection method of Unmanned Aerial Vehicle/ G. Shukun, C. Erwei, C. Yazhou, W. Yuming // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Т. 1325. – № 1. – С. 012165. doi: 10.1088/1742-6596/1325/1/012165.
81. Study of UWB Electromagnetic Pulse Impact on Commercial Unmanned Aerial Vehicle / K. Yu. Sakharov, A. V. Sukhov, V. L. Ugolev, Yu. M. Gurevich // Proceedings of the 2018 International Symposium on Electromagnetic

Compatibility (EMC Europe 2018), Amsterdam, The Netherlands, August 27 - 30, 2018. 68

82. Боевой ЭМИ-генератор «Ранец-Е» // Око планеты. – URL: <https://oko-planet.su/politik/politikarm/110924-boevoy-emigenerator-ranec-e-rossiya.html>.

83. Средства функционального подавления радиоэлектронных средств малоразмерных беспилотных летательных аппаратов с фокусировкой электромагнитного излучения / А. В. Гомозов, Д. В. Грецких, А. В. Демченко, Н. М. Цикаловский // Космическая техника. Ракетное вооружение. – 2018. – № 1 (115). – С. 13–19.

84. Куприянов А. И. Радиоэлектронная борьба. Основы теории / А. И. Куприянов, Л. Н. Шустов. – Москва : Вузовская книга, 2011. – 800 с.

85. Владимиров В. А. Анализ состояния и тенденций развития современных видов оружия / В. А. Владимиров, А. В. Лебедев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2012. – № 2. – С. 61–80.

86. Методические рекомендации по организации проведения дополнительных занятий в системе профессиональной служебной и физической подготовки с сотрудниками органов, организаций, подразделений МВД России, привлекаемыми к несению службы по охране общественного порядка и обеспечению общественной безопасности в особых условиях – Москва : ГУРЛС МВД России, 2023. – 116 с.

Учебное издание

Галуза Максим Андреевич,
Железный Сергей Владимирович,
Печников Сергей Сергеевич

**ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ
СИСТЕМ**

Практикум

Редактор А. Г. Лиопа
Компьютерная верстка С. В. Железного

Подписано в печать 30.09.2024

Формат 60×84^{1/16}

Усл. печ. л. 2,96

Тираж 80 экз.

Заказ № 192

Воронежский институт МВД России
394065, Воронеж, просп. Патриотов, 53

Типография Воронежского института МВД России
394065, Воронеж, просп. Патриотов, 53