

Министерство образования Самарской области
Юго-западное управление министерства образования Самарской области
государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области
средняя общеобразовательная школа №13 городского округа Чапаевск Самарской
области

Рассмотрена на заседании педагогического
совета протокол №2 от «01 сентября»
2025 г

Утверждаю
и.о.директора ГБОУ СОШ №13
г.о.Чапаевск

/Степанова С.А./

Приказ №63/41-од от «01 сентября »
2025 г

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности для классов «Российские технологии»
«Основы сборки и управления беспилотными летательными аппаратами
с применением аддитивных технологий»

Возраст детей: 13-17 лет
Срок обучения: 1 год

Программу адаптировали:
Исмайлова Эльбруса Элдар оглы,
Прасолова Владимира Сергеевича,
педагоги дополнительного образования

Чапаевск, 2025

Оглавление

Пояснительная записка	3
Способы определения результативности освоения программы	8
Учебный план	10
Содержание программы.....	13
Воспитательная деятельность в рамках программы	13
Ресурсное обеспечение программы	17
Список литературы.....	19

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы сборки и управления беспилотными летательными аппаратами с применением аддитивных технологий» направлена на получение основ знаний, умений и навыков в сфере беспилотных летательных аппаратов. Данная программа разработана с учётом интересов конкретной целевой аудитории для возрастной категории детей в возрасте 13-17 лет. В ходе освоения программы, обучающиеся смогут осознать роль техники и технологий для прогрессивного развития общества. В рамках программы обучающиеся пройдут теоретические и практические занятия, приобретут аналитические, презентационные и исследовательские качества, применимые на практике. Обучающиеся получат знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы его систем и их взаимодействия; настройки бортового оборудования; обретут опыт работы с различными инструментами, а также получат навыки программирования автономных миссий для беспилотного летательного аппарата и навыки 3D моделирования.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р);
3. Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
5. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
6. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р).

В текущее время рынок беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) стал очень перспективной, быстроразвивающейся и стратегически важной отраслью для многих сфер деятельности. В Самарской области формируется кластер, охватывающий полный цикл

создания беспилотных авиационных систем (БАС): от проектирования и испытаний до серийного выпуска, обучения кадров, сервисного обслуживания и построения системы применения технологий. Выбор именно Самарской области связан с её научным потенциалом, концентрацией высокотехнологичных предприятий и исторически сложившейся экспертизой в авиастроении, машиностроении, информационных технологиях и разработке новых материалов. Безусловно, важность вовлечения талантливой молодежи и специалистов в сферу беспилотной авиации крайне высока, поскольку это направление способно стать драйвером модернизации экономики, включая ТЭК, АПК и промышленность. Регион уже активно развивает кадровую базу: запущен областной Центр развития компетенций по БАС. К работе подключены Самарский университет им. Королева и организации СПО. Ведутся программы подготовки специалистов по пилотированию, проектированию, производству и ремонту БПЛА, повышению квалификации педагогов, а также разработке учебных материалов и дополнительных образовательных программ.

Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Программа имеет техническую направленность. Предполагает изучение прототипирования, конструирования, моделирования беспилотной авиации. Программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами, а также создание проектов с использованием БПЛА.

Актуальность программы заключается в общественном запросе на подготовку квалифицированных кадров для работы с беспилотными системами и авиационной робототехникой. На сегодняшний день наблюдается рост числа организаций, применяющих дроны в различных сферах деятельности. Программа позволяет обучающимся получить знания и навыки, обеспечивая высокую конкурентоспособность на рынке труда. Современные подходы к развитию роботизированных авиакомплексов нашли воплощение в создании беспилотных авиационных систем. В последние годы отмечается экспоненциальное увеличение внимания к беспилотной авиации как прорывному направлению технического прогресса несмотря на то, что становление этой области началось более века назад. Расширение технических возможностей и увеличение доступности дронов способствуют активному внедрению их в различные сектора экономики. Данная динамика сформировала спрос на новую профессиональную специализацию – оператор БАС. Ключевая цель программы заключается в подготовке

кадров, способных проектировать, программировать, управлять и обслуживать БАС. Образовательная программа направлена не только на освоение навыков моделирования и создания БПЛА, но и на формирование у обучающихся знаний и навыков для разработки и координации технических проектов. Это способствует осмысленному выбору направления профессиональной деятельности в сфере технического творчества в будущем.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она включает в себя изучение основ 3D моделирования, что позволит обучающимся создавать свои БАС. Также программа разработана с учетом вариативности оборудования.

Отличительная особенность:

Образовательная программа «Основы сборки и управления беспилотными летательными аппаратами с применением аддитивных технологий» подходит для реализации на базе образовательных организаций, в том числе на базе которых функционируют классы БАС. Данная программа имеет такой уровень освоения знаний, который позволяет использовать ее для обучения детей без предварительной подготовки в сфере БАС.

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующее:

- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

Педагогическая целесообразность программы определяется тем, что через практические задания и проектную деятельность обучающиеся смогут получить основные знания и навыки в сфере беспилотных летательных аппаратов.

Цель программы: формирование у обучающихся инженерных навыков, требуемых для разработки, программирования, моделирования, проектирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Для успешной реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Воспитательные задачи:

- мотивировать обучающихся к нестандартному мышлению, изобретательству и инициативности при выполнении проектов в областях прототипирования и программирования;
- воспитать стремление к самостоятельному повышению уровня навыков программирования, моделирования, проектирования и пилотирования;

- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе проектной деятельности.

Развивающие задачи:

- развить пространственное воображение и внимательность к деталям;
- развить ассоциативное и аналитическое мышление;
- развить навыки инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- научить безопасно ориентироваться в информационном пространстве;
- научить работать в команде.

Образовательные задачи:

- научить 3D моделированию с использованием специальных программ, основам построения модели и дальнейшей ее реализации на 3D принтере;
- изучить основные виды БПЛА, их строение, назначение и функционал;
- освоить сборку и настройку беспилотных летательных аппаратов, работу составляющих БПЛА;
- научить выполнять полёт на симуляторе, совершать учебный полёт;
- научить устанавливать полёт «от первого лица», пилотировать с использованием FPV оборудования.

Адресат программы: программа ориентирована на дополнительное образование обучающихся в возрасте 13–17 лет. Ключевой особенностью подростков данного возраста выступает основной этап когнитивного развития — овладение навыками концептуализации, что формирует высшие формы интеллектуальной деятельности и определяет новые модели поведения. Формирование понятийных структур составляет фундамент всех умственных преобразований в этот период.

Наполняемость групп: 15 человек.

Предполагаемый состав групп: дети возраста 13 – 17 лет.

Сроки реализации программы: программа рассчитана на 34 академических часов (реализация 2 часа в неделю или 1 час в неделю).

Формы и режим занятий

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причем большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- лекция-диалог;

- практическая работа индивидуально, в паре или в группе;
- мини-соревнования в рамках практических занятий и командно-инженерных проектов;
- самостоятельная работа;
- проектная деятельность.

Ожидаемые результаты и способы определения их результативности:

– *Личностные*

У обучающихся будут сформированы:

- мотивация к нестандартному мышлению, изобретательству и инициативности при выполнении проектов в областях прототипирования и программирования;
- стремление к самостоятельному повышению уровня навыков программирования, моделирования, проектирования и пилотирования;
- способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе проектной деятельности.

– *Метапредметные:*

Обучающиеся приобретут:

- умение использовать пространственное воображение, станут внимательными к деталям;
- ассоциативное и аналитическое мышление;
- навыки инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- навык ориентирования в информационном пространстве;
- навык работы в команде.

– *Предметные*

Обучающиеся будут:

- иметь практический навык 3D моделирования и построения модели к дальнейшей реализации на 3D принтере;
- знать основные виды БПЛА, их строение, назначение и функционал;
- иметь практический навык сборки и настройки и программирования беспилотных летательных аппаратов;
- иметь навык пилотирования на симуляторе и навык учебного пилотирования;
- иметь навык пилотирования от «первого лица» и пилотирования с использованием FPV оборудования.

Способы определения результативности освоения программы

Виды контроля:

В процессе обучения реализуются различные формы контроля: входной, текущий, промежуточный и итоговый.

Входной контроль направлен на диагностику исходного уровня знаний, умений и навыков обучающихся и осуществляется через мониторинговые процедуры (опрос, анкеты) на этапе первичного знакомства с содержанием программы.

Текущий контроль предполагает регулярную оценку учебных результатов в рамках занятия для оперативного отслеживания прогресса и корректировки образовательного процесса в соответствии с индивидуальными и групповыми потребностями обучающихся.

Промежуточный контроль выполняется после завершения тематического раздела и служит инструментом проверки усвоения ключевых разделов программы.

Итоговый контроль организуется по завершении программы и предполагает публичную защиту индивидуальных или групповых проектов, демонстрирующих комплексное применение полученных знаний и навыков. Каждый этап контроля способствует оптимизации педагогических методов и достижению целевых образовательных результатов.

Формы проверки результатов:

- педагогическое наблюдение за детьми в процессе работы;
- беседа;
- практические работы;
- соревнования (участие в соревновательных мероприятиях по направлению БАС разных уровней, в том числе Всероссийский фестиваль робототехники «СТРИЖ», муниципальный и региональный этапы Интеллектуальной олимпиады школьников по направлению БПЛА, турнирах от «НПЦ БАС Самара», и др.);
- выполнение практических полётов;
- индивидуальные и коллективные проекты.

Формы подведения итогов реализации программы (по разделам учебно-тематического плана):

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV оборудованием);
- презентация практических автономных миссий для квадрокоптеров;
- презентация проектов.

Критерии оценки достижения планируемых результатов

Оценка достижения планируемых результатов освоения программы «Основы сборки и управления беспилотными летательными аппаратами» осуществляется по трем уровням: низкий (менее 50% освоения программного материала); средний (от 50 до 70% освоения программного материала); высокий (от 70 до 100% освоения программного материала).

Уровень освоения программы ниже среднего – обучающийся овладел менее чем 50% предусмотренных знаний, умений и навыков, испытывает некоторые затруднения при работе с учебным материалом; допускает незначительные ошибки в практической деятельности.

Средний уровень освоения программы – объём усвоенных знаний, приобретённых умений и навыков составляет 50-70%; обучающийся работает с учебным материалом с помощью педагога; выполняет практические задания; удовлетворительно владеет теоретической информацией по программе, умеет пользоваться литературой.

Уровень освоения программы выше среднего – обучающийся овладел на 70-100% предусмотренным программой учебным планом; не испытывает особых трудностей при самостоятельной работе; выполняет практические задания с элементами творчества; свободно владеет теоретической информацией по курсу, умеет анализировать источники, применять полученную информацию на практике.

Уровень *теоретической подготовки обучающихся* включает соответствие теоретических знаний программным требованиям, широту кругозора, свободу восприятия теоретической информации, развитость практических навыков работы со специальной литературой.

Уровень *практической подготовки обучающихся*: соответствие уровня развития практических умений и навыков программным требованиям, , выполнение практических полётов (визуальных и с FPV) (Приложение).

Учебный план

№ п/п	Наименование темы	Количество часов		
		теория	практика	всего
1	Введение в БПЛА и основы пилотирования	6	11	17
2	Автономные миссии и основы 3D-моделирования	3	14	17
	Итого:	9	25	34

Учебно-тематический план

№	Наименование темы	Всего часов	Форма контроля
	Введение в БПЛА и основы пилотирования	17	
1	Вводная лекция, знакомство с оборудованием, ознакомление с техникой безопасности	1	Входной контроль опрос
2	Ознакомление с конструкцией квадрокоптера и его основными компонентами	2	Педагогическое наблюдение
3	Основы аэродинамики и принципы полёта беспилотных летательных аппаратов	2	Педагогическое наблюдение Практическая работа
4	Назначение и устройство системы FPV-пилотирования	2	Беседа, педагогическое наблюдение, практическая работа
5	Практическое освоение симулятора визуального полёта (режим стабилизации)	2	Педагогическое наблюдение, практическая работа
6	Отработка базовых манёвров и коррекций траектории в симуляторе	2	Практическая работа
7	Первые полёты квадрокоптера в учебной среде с визуальной ориентацией	2	Практическая работа
8	Практика маневренного полёта и прохождения базовых траекторий	2	Практическая работа
9	Выполнение практических полётов (визуальных и с FPV)	2	Выполнение практических полётов
	Автономные миссии и основы 3D-моделирования	17	
10	Введение в блочное программирование маршрутов в среде DroneBlocks	1	Беседа, педагогическое наблюдение
11	Создание и тестирование автономной миссии с использованием простых алгоритмов	2	Беседа, практическая работа
12	Ознакомление с интерфейсом CAD-системы Компас-3D	2	Практическая работа

13	Выполнение базового 3D-моделирования полезной нагрузки для БПЛА	2	Беседа, практическая работа
14	Подготовка 3D-модели к печати с помощью Ultimaker Cura	2	Педагогическое наблюдение, практическая работа
15	Практическая работа по 3D-печати и монтажу модели на дрон	2	Практическая работа
16	Обзор сфер применения БПЛА в гражданских и промышленных целях	2	Педагогическое наблюдение, практическая работа
17	Классификация типов БПЛА: конструктивные особенности и принципы выбора	2	Педагогическое наблюдение, практическая работа
18	Презентация практических автономных миссий для квадрокоптеров	2	Практическая работа
	Итого:	34	

Содержание программы

Введение в БПЛА и основы пилотирования (17 часов)

Теория:

- Назначение и классификация беспилотных летательных аппаратов
- Основы аэродинамики: подъёмная сила, баланс, оси движения
- Конструкция квадрокоптера: компоненты и их функции
- Принципы FPV (First Person View) управления

Практика:

- Работа с симулятором (режим стабилизации)
- Выполнение базовых манёвров (взлёт, зависание, посадка)
- Первые полёты в зале с визуальной ориентацией
- Контрольная тренировка: полёт по маршруту

Автономные миссии и основы 3D-моделирования (17 часов)

Теория:

- Введение в визуальное программирование в среде DroneBlocks
- Основы 3D-моделирования в Компас-3D
- Подготовка модели к 3D-печати (форматы, поддержка, слои)
- Применение БПЛА в различных сферах (спасение, доставка, съёмка)

Практика:

- Создание автономной миссии в DroneBlocks
- Проектирование простой модели полезной нагрузки
- Печать и установка модели на дрон
- Тестирование полёта с полезной нагрузкой.

Воспитательная деятельность в рамках программы

В соответствии с законодательством Российской Федерации общей целью воспитания является развитие личности, самоопределение и социализация детей на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению; взаимного уважения; бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде (Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в

Российской Федерации», ст. 2, п. 2).

Воспитательная работа с обучающимися – неотъемлемая часть программы: конкурсные мероприятия, хакатоны, открытые защиты проектов, экскурсии, мастер-классы, мероприятия и праздники.

Цель воспитательной работы - развитие личности обучающегося, его самоопределение и социализация на основе традиционных духовно-нравственных ценностей.

Задачи воспитания обучающихся:

- приобрести опыт эмоционально - позитивного общения;
- организовать совместную деятельности детей и взрослых;
- сформировать у детей социально-коммуникативные умения и навыки;
- создать благоприятные условия для воспитания отзывчивости, сочувствия, заботы, доброты;
- сформировать уважение к труду, результатам своего труда и других людей, к трудовым достижениям своих земляков, российского народа;
- сориентировать обучающихся на осознанный выбор сферы профессиональных интересов, профессиональной деятельности в российском обществе с учётом личных жизненных планов, потребностей семьи, общества.

Для решения задач воспитания при реализации образовательной программы необходимо создавать и поддерживать определённые условия физической безопасности, комфорта, активностей детей и обстоятельств их общения, социализации, признания, самореализации, творчества.

Целевые ориентиры воспитания обусловлены содержанием и формами реализации конкретной программы с учётом образовательных потребностей детей, их родителей (законных представителей) в развитии у детей различных способностей и позитивных личностных качеств, учитывая при этом особенности региональных и местных социокультурных условий дополнительного образования детей. Основные целевые ориентиры:

- воспитание уважения к исторической памяти своей страны;
- развитие творческого самовыражения и признание самореализации;
- формирование ценностных ориентиров;
- формирование ответственного отношения к выполнению поручений.

В процессе нравственного воспитания у ребенка развиваются гуманные чувства, формируются этические представления, навыки культурного поведения, социально-общественные качества, уважение к взрослым, ответственное отношение к выполнению

поручений, умение дружно играть и трудиться, справедливо оценивать свои поступки и поступки других детей.

Формы и методы воспитания:

Дополнительное образование имеет практико-ориентированный характер и ориентировано на свободный выбор педагогом таких видов и форм воспитательной деятельности, которые способствуют формированию и развитию у детей индивидуальных способностей и способов деятельности, объективных представлений о мире, окружающей действительности, внутренней мотивации к творческой деятельности, познанию, нравственному поведению.

Основной формой воспитания и обучения детей в системе дополнительного образования является *занятие*. В ходе учебных занятий обучающиеся:

- усваивают информацию, имеющую воспитательное значение;
- получают опыт деятельности, в которой формируются проявляются и утверждаются ценностные, нравственные ориентации;
- осознают себя способными к нравственному выбору;
- участвуют в освоении и формировании среды своего личностного развития, творческой самореализации.

Условия воспитания, анализ результатов:

Воспитательный процесс образовательной программы «Основы сборки и управления беспилотными летательными аппаратами» реализуется в рамках деятельности объединения, соответствующей установленным правилам и нормам организации.

К методам оценки результативности реализации программы в части воспитания можно отнести:

- педагогическое наблюдение, в процессе которого внимание педагогов сосредотачивается на проявлении в деятельности детей и в её результатах, определённых в данной программе целевых ориентиров воспитания, а также на проблемах и трудностях достижения воспитательных задач программы;
- оценку исследовательских работ и проектов экспертным сообществом (педагоги, родители, другие обучающиеся, приглашённые внешние эксперты и др.) с точки зрения достижения воспитательных результатов, поскольку в индивидуальных творческих и исследовательских работах, проектах неизбежно отражаются личностные результаты освоения программы и личностные качества каждого ребёнка;
- отзывы, интервью, материалы рефлексии, которые предоставляют возможности для выявления и анализа продвижения детей (индивидуально и в группе в целом)

по выбранным целевым ориентирам воспитания в процессе и по итогам реализации программы, оценки личностных результатов участия детей в деятельности по программе.

В процессе и в итоге освоения программы дети демонстрируют результаты, которые обусловлены их индивидуальными потребностями, культурными интересами и личными качествами (целеустремлённостью, дисциплинированностью, терпеливостью, способностью к самостоятельным решениям, умением действовать в коллективе, желанием проявлять заботу о других людях и т. д.). Дети обозначают личностную позицию по отношению к изучаемому учебному материалу, к практике, целям и результатам собственных действий. Педагог, родители (законные представители) детей и сами дети таким образом получают свидетельства достижения задач воспитания, усвоения нравственных ориентиров и ценностей в деятельности по данной программе.

Самоанализ и самооценка обучающихся по итогам деятельности, отзывы родителей (законных представителей) и других участников образовательных событий и мероприятий также дают возможность для выявления и анализа наиболее значимых результатов воспитания детей.

Календарный план воспитательной работы

№	Название мероприятия	Сроки	Цели проведения мероприятия
1.	Командные игры на знакомство	Сентябрь	Формирование коммуникативных навыков
2	Просмотр фильма "Энциклопедия безопасности. Беспилотные летательные аппараты"	Ноябрь	Формирование навыков внутренней мотивации к творческой деятельности, познанию и реализации.
3	Профориентационная игра: «Инженер-разработчик БПЛА», «Сборщик и настройщик БПЛА», «Оператор БПЛА»	Февраль Апрель	Профориентация Формирование навыков работы в команде
4	Индивидуальные и коллективные консультации для родителей в формате онлайн и онлайн.	регулярно	Совместное решение задач по воспитанию и образованию детей

Ресурсное обеспечение программы

Информационное обеспечение:

- «Liftoff», «FPV Logic» для тренировки полетов в виртуальной среде.
- «Python» для обучения основам программирования и создание автономного полета.
- «DroneBlocks», «Tello Edu» блочное программирование автономных полетов.
- «QGroundControl», «BetaFlight», «INAV», «MissionPlaner» программы для настройки, прошивки полетных контроллеров беспилотных летательных аппаратов
- «Компас 3Д» создание и разработка различных 3Д моделей узлов или частей для беспилотного летательного аппарата
- «Ultimaker Cura» программа для подготовки 3Д деталей, печати на 3Д принтере.

Методическое обеспечение включает в себя перечень:

- дидактических пособий, материалов;
- инструкций по сборке;
- справочного материала из ПО для полетов;
- образцов моделей и систем, выполненных обучающимися и педагогом;
- плакатов, фото и видеоматериалов;
- компьютерного и видео оборудования;
- учебно-методических пособий для педагога и обучающихся, включающих информационный, справочный материалы на различных носителях;
- печатных и электронных руководств по основам электроники

Материально-техническое обеспечение:

- ноутбук с ПО,
- различные наборы для сборки мультироторных БПЛА,
- программируемый учебный набор квадрокоптера. Геоскан Пионер. Комплект для сборки,
- ремкомплект Геоскан Пионер,
- зарядное устройство Геоскан Пионер,
- аккумуляторная батарея Геоскан Пионер,
- программируемый модуль с камерой Геоскан Пионер,
- квадрокоптер (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 150 г). Геоскан Пионер Мини,
- камера технического зрения Геоскан Пионер - Программируемый модуль ESP32 с CV камерой,
- ремкомплект Геоскан Пионер Мини,

- зарядное устройство Геоскан Пионер Мини,
- аккумуляторная батарея Геоскан Пионер Мини,
- пульт радиоуправления с приемником Геоскан Пионер,
- FPV-симулятор, UAVPROF Drone Simulator: Desktop,
- Симулятор для визуализации автономных полетов аппаратов ПО FPV-симулятор UAVProf Drone Simulator: Аэрогонка.

Список литературы

1. Астахова Н.Л. Дроны и их пилотирование. С чего начать / Н.Л. Астахова, В.А. Лукашов. – СПб.: БХВПетербург, 2021.-224 с.
2. Володин А.Н., Евтушенко Е.В., Крамарь В.А., Макогон В.П., Харланов А.И. / Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации: монография. — М.: ИНФРА-М, 2021. — 180 с.
3. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2022 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>.
4. Джунипер Адам. Дроны. Полное практическое руководство. пер. с английского. - М.: Издательство «КоЛибри» 2020- 160с.
5. Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino. URL: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения: 01.06.2025г.).
6. Инструкция по выполнению работ, направленных на получение разрешений для полетов в рамках населенных пунктов и вне <https://juntech.ru/assets/files/docs/Сведения%20об%20образовательной%20организации/Образование/instrukcziya-po-polucheniyu-razresheniya-na-poletyi.pdf>
7. Ковалёв М.А., Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв, Д.Н. Овакимян. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 96 с.
8. Кошкин Р. П. Беспилотные авиационные системы. – М.: Изд-во «Стратегические приоритеты», 2023. 676 с.
9. Кудряков С.А., Ткачев В.Р., Трубников Г.В. и др. / Беспилотные авиационные системы. Общие сведения и основы эксплуатации / Под ред. С.А. Кудрякова. — СПб: Свое издательство, 2019. — 121 с.
10. Мирошник И.В. / Теория автоматического управления. Линейные системы. — СПб: Питер, 2022. — 337 с.
11. Сфера применения БАС URL: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/base-module/sphere/sphere.html> (дата обращения: 01.06.2025г.).
12. Федосеева, Н. А. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов / Н. А. Федосеева, М. В. Загвоздкин // Научный журнал. – 2024. - № 9 (24). – С. 26 – 29.
13. Яценков В. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. - С.Пб.: БХВ- Петербург, 2022- 256с.

Приложение

Оценка и критерии освоения программы. Выполнение практических полетов.

Аттестация и оценка навыков пилотирования обучающихся

Для грамотной и правильной оценки навыков обучающегося, необходимо учитывать:

- Общее понимание о структуре БВС, его компонентов и принципе работы
- Навыки настройки оборудования перед выполнением полетных заданий
- Понимание техники безопасности (ТБ):
 - При предполетной подготовке
 - При выполнении полетного задания
 - После выполнения полетного задания
- Теоретические знания в области ручного и автономного пилотирования БВС
- Освоенные навыки пилотирования в симуляторе
- Освоенные навыки практического пилотирования Критерии:
 - Время на выполнение полетного задания ограничено и устанавливается индивидуально для каждого обучающегося, в зависимости от приобретенных навыков
 - Если в задании стоит вопрос калибровки коптера по курсу, то необходимо выполнить корректировку коптера по курсу движения (расчет угла разворота)
 - При выполнении задания со сложными фигурами пилотирования, обучающийся не должен касаться коптером стоек
 - При выполнении задания, связанным с пилотированием в режиме FPV, обучающийся должен пройти трассу «чисто»: без вылетов за саму трассу, без касаний стоек, строго пролетая обозначенный маршрут
 - После взлета и перед посадкой обеспечить зависание над точкой старта на 3 секунды.

Вопросы для самопроверки:

- Теория ручного визуального управления
- Какой канал управления отвечает за движения коптера вперед и назад.
- Какой канал управления отвечает за наклон коптера влево или вправо.
- Какие основные этапы включаются в себя предполетная подготовка коптера в помещении.
- В какой момент включается пульт дистанционного управления.
- Техника безопасности при подготовке к взлету
- Когда осуществляется подключение аккумулятора к коптеру.
- В каких случаях запрещается использовать аккумуляторы для полетов.
- Что необходимо сделать, если пропеллеры врачаются, но коптер не взлетает.

Техника безопасности перед взлетом:

- Где располагаются зрители во время полета:
- Что необходимо выполнить при обнаружении посторонних шумов после, включения моторов.
- На каком расстоянии должен находиться пилот от коптера во время полета.

Техника безопасности во время полета:

- Какие действия запрещаются во время визуального пилотирования.
- Что такое инерция. Как инерции зависит от скорости полета коптера.
- Предпринимаемые действия в случае потери ориентации коптера.
- Что необходимо выполнить после запланированной посадки и окончания полетов.

Теория FPV-пилотирования:

- Что такое FPV. Назовите основное назначение. Приведите примеры применения технологии.
- Опишите устройство FPV системы.
- Назовите основные технические показатели для FPV камер.
- В каких диапазонах работают передатчики.
- Основные технические характеристики передатчика.
- Что такое OSD. Какую информацию получает OSD.
- Назовите способы просмотра изображения с камеры коптера.

Техника безопасности при FPV-пилотирования:

- Вдали от каких мест необходимо летать в FPV режиме.
- Для чего необходимо соблюдать скоростной режим.
- Чем опасны полеты за пределы видимости.