



ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №1

«Образовательный центр» с. Сергиевск

**структурное подразделение «Поиск»**

Самарская обл., Сергиевский р-н, с.Сергиевск, ул. Ленина, 66а.

тел. (84655)21930, e-mail: [so\\_su.do\\_poisk\\_serg@samara.edu.ru](mailto:so_su.do_poisk_serg@samara.edu.ru)

Принята на заседании  
методического совета  
Протокол № 8  
от «27» 06 2024 г.

«Проверено»  
Руководитель СП «Поиск»  
ГБОУ СОШ № 1 «Образовательный  
центр» с. Сергиевск

\_\_\_\_\_/Субаева А.А./

«27» 06 2024 г.

«Утверждаю»  
Директор ГБОУ СОШ №1  
«Образовательный центр»  
с. Сергиевск

\_\_\_\_\_/Веселова О.А./

«28» 06 2024 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности**

## **«Беспилотные авиационные системы»**

Возраст детей: 12 – 17 лет

Срок реализации программы: 1 год

Разработчики:

Сабельников В.А. – педагог дополнительного образования

Герасимова Н.С. – педагог дополнительного образования

Сергиевск 2024 год

## Оглавление

Пояснительная записка	3
Актуальность программы	5
Новизна программы	5
Педагогическая целесообразность	5
Цели и задачи	6
Возраст детей и сроки реализации программы	7
Формы организации учебных занятий	7
Ожидаемые результаты образовательной программы	7
Критерии и формы определения результативности	10
Учебно-тематический план	12
Модуль №1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе	13
Модуль №2. Сборка и настройка квадрокоптера. Основы 3Д моделирования.	16
Модуль №3. Учебные полеты на квадрокоптерах собственной сборки	20
Воспитательный модуль в рамках реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Беспилотные авиационные системы»	23
Ресурсное обеспечение	26
Список литературы	30
Приложение 1	31
Приложение 2	34

## Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные авиационные системы» имеет техническую направленность, рассчитана на обучение детей в возрасте 12-17 лет в течение 1 года. Программа предполагает развитие детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС), способствует развитию инженерно-конструкторского мышления. Программа «Беспилотные авиационные системы» разработана с учётом возрастных особенностей и интересов целевой аудитории обучающихся.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников. Программа отвечает потребностям общества, формированию творческих способностей и развитию личности. Этими факторами определяется выбор уровня и направленности программы.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.12г. пр. №273-ФЗ;
2. Федеральный закон от 05.04.2021 № 85-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.12г. пр. №273-ФЗ;
3. Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р);
4. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);
5. Приказ Министерства просвещения РФ от 3 сентября 2019г. №467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
6. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
7. План мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р);

8. СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологических требований к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020г. № 28);

9. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 27.10.2020 № 32 «Об утверждении СанПиН 3.1/2.4.3598-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)" (с изменениями на 24 марта 2021 года);

10. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые) (Приложение к письму Минобрнауки России от 18.11.2015 №09-3242);

11. Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ к прохождению процедуры экспертизы (добровольной сертификации) для последующего включения в реестр образовательных программ, включенных в систему ПФДО от 11.12.2020г.;

12. Методические рекомендации Минпросвещения России по реализации дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий от 31.01.2022г. №ДГ-245/06;

13. Методические рекомендации для субъектов Российской Федерации по вопросам реализации основных и дополнительных общеобразовательных программ в сетевой форме от 28.06.2019г.;

14. Методические рекомендации по формированию механизмов обновления содержания, методов и технологий обучения в системе дополнительного образования детей, в том числе включение компонентов, обеспечивающих формирование функциональной грамотности и компетентностей, связанных с эмоциональным, физическим, интеллектуальным, духовным развитием человека, значимых для вхождения Российской Федерации в число десяти ведущих стран мира по качеству общего образования, для реализации приоритетных направлений научно-технологического и культурного развития страны от 02.10.2023г.;

15. Постановление Правительства Самарской области «О Стратегии социально-экономического развития Самарской области на период до 2030 года» от 12 июля 2017г. №441;

16. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России.

**Актуальность** программы обусловлена социальным заказом общества на технически грамотных специалистов в области беспилотных систем и воздушной робототехники. Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача программы состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить детей моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

**Новизна** настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

**Педагогическая целесообразность** настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

Настоящая программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

**Целью** программы является формирование у обучающихся навыка пилотирования FPV БПЛА мультиторного типа, развитие интеллектуальных способностей и познавательного интереса обучающихся к беспилотным авиационным системам.

Основные задачи программы

***Обучающие задачи:***

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

***Развивающие задачи:***

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремлённости;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширить ассоциативные возможности мышления.

***Воспитательные задачи:***

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

**Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

**Адресат программы:** Программа «Беспилотные авиационные системы» является модульной и нацелена на обучающихся от 12 до 17 лет. Срок реализации программы один

год, которая включает в себя: 3 академических часа в неделю.

**Наполняемость групп:** 12 человек.

**Условия приема:** принимаются все желающие, не имеющие медицинских противопоказаний.

**Сроки реализации программы:** Программа рассчитана на 1 год (108 часов) обучения.

#### **Формы и режим занятий**

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

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 с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;
- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – case, англ.), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

#### **Методы реализации программы**

– одним из ключевых методов является проектно–ориентированное обучение, которое позволяет обучающимся принимать активное участие в разработке и реализации реальных

проектов, связанных с использованием БАС. Этот метод способствует углублению знаний, развитию творческого мышления и навыков командной работы;

– интерактивные методы обучения, такие как симуляция и виртуальные лаборатории, играют важную роль в подготовке специалистов по БАС. Специальные программные комплексы позволяют моделировать различные сценарии полета дронов, анализировать поведение аппаратов в сложных условиях и проводить эксперименты без риска повреждения дорогостоящей техники;

– практические занятия, где обучающиеся могут непосредственно управлять беспилотными авиационными системами, являются неотъемлемой частью учебного процесса. Эти занятия позволяют отработать навыки управления дроном, оценить его поведение в различных ситуациях и усовершенствовать технику пилотирования;

– теоретические лекции и семинарские занятия, направленные на изучение основ беспилотных авиационных систем, принципов полета и управления, технического устройства и аспектов применения БАС в различных отраслях;

– соревновательный метод – это способ выполнения практических упражнений в форме соревнований. Сущность метода заключается в использовании соревнований в качестве средства повышения уровня подготовленности обучающихся.

#### **Ожидаемые результаты и способы определения их результативности:**

##### ***Личностные результаты:***

- сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
- сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

##### ***Метапредметные результаты:***

- формирование у обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремленности;
- формирование у обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;



- развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у обучающихся;
- развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.

***Предметные результаты:***

- приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
- формирование у обучающихся технологических навыков;
- формирование навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Для повышения результативности обучения и более эффективного достижения цели и реализации задач данной программы целесообразно увеличить объем **воспитательной работы**. Следует отметить, что **цель воспитания** в сфере дополнительного образования детей – ценностно-смысловое развитие ребенка.

Со стороны педагога необходима реализация комплекса методов и форм индивидуальной работы с воспитанником, ориентированных на идеальное представление о нравственном облике современного человека, на формирование гражданской идентичности и патриотических чувств.

Формы и виды проводимых воспитательных мероприятий, а так же методы воспитательной деятельности, определяются педагогом дополнительного образования в зависимости от особенностей реализуемой им основной дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы в соответствии с возрастными и психофизиологическими особенностями обучающихся.

На занятиях по программе «Беспилотные авиационные системы» педагог использует следующие **воспитательные практики**:

- для воспитания аккуратности при работе с беспилотными авиационными системами кейс-технологии;
- для воспитания усидчивости деловые игры;
- для воспитания уважения к чужому мнению деловые игры; сюжетно-ролевые игры;
- для воспитания патриотизма квест-игры.

При выборе и разработке воспитательных мероприятий главным критерием для педагога дополнительного образования, является соответствие тематике и направленности проводимого мероприятия целям и задачам воспитательной работы, отраженным в содержании дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы, основным направлениям и принципам воспитательной работы, учет направленности основной дополнительной общеобразовательной программы, по которой организованы

занятия обучающихся детей, их психофизиологических особенностей

### **Способы определения результативности**

#### ***Виды контроля:***

- вводный, проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

#### ***Формы проверки результатов:***

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- опрос;
- тестирование;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

#### **Формы и критерии подведения итогов реализации программы**

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV) (Приложение 1);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческое задания (подготовка проектов и его презентация) (Приложение 2).

Данная программа предусматривает формирование **функциональной грамотности обучающихся**. Прежде всего, это выражается в развитии критического мышления.

Составляющие креативного мышления:

1. Любознательность (активный интерес к заданию);
2. Создание идей (воображение);
3. Развитие предложенных идей: умение перестраивать свою деятельность с появлением новой информации.

#### **Средства формирования функциональной грамотности:**

- применение технологий продуктивного чтения и проблемного обучения;
- применение технологии развития критического мышления, используя приемы «Озвучивание мыслей», «Пересказ», «Корзина идей», «Верные и неверные утверждения», «Лови ошибку» и т.д. на разных стадиях занятия;
- использование приёмов инсценирования и устного словесного рисования.

#### **Результат овладения функциональной грамотностью:**

Обучающиеся:

- готовы успешно взаимодействовать с изменяющимся окружающим миром;

- имеют возможность решать различные (в том числе нестандартные) учебные и жизненные задачи;
- развивают познавательный интерес;
- умеют продуцировать идеи;
- умеют перестраивать свою деятельность с появлением новой информации;
- обладают способностью строить социальные отношения;
- обладают совокупностью рефлексивных умений, обеспечивающих оценку своей грамотности.

### Учебно-тематический план

№ модуля	Наименование модуля	Всего часов	Теория	Практика
Модуль 1	Теория мультимоторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	36	12	24
Модуль 2	Сборка и настройка квадрокоптера. Основы 3Д Моделирования	36	10	26
Модуль 3	Учебные полёты на квадрокоптерах собственной сборки. Инженерный проект	36	7	29
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>29</b>	<b>79</b>

## Модуль №1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.

**Цель:** формирование у обучающихся знаний и навыков основ управления беспилотных транспортных средств.

### **Задачи:**

#### Обучающие:

- формирование у обучающихся устойчивых знаний в области мультироторных систем;
- формирование навыков основ управления беспилотными транспортными средствами.

#### Развивающие:

- развитие самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способность к самореализации и целеустремлённости.

#### Воспитательные:

- воспитание трудолюбия, умения планировать работу.

### **Ожидаемые результаты (предметные):**

#### Обучающиеся должны знать:

- технику безопасности по использованию беспилотных средств;
- разновидности и типы БПЛА;
- принцип работы мультироторных систем;

#### Обучающиеся должны уметь:

- определять технические характеристики беспилотного средства;
- использовать паяльную станцию для сборки беспилотного средства.

#### Обучающиеся должны приобрести навык:

- управлять беспилотными авиационными системами.

### Учебно-тематический план модуля №1

№	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Вводная лекция о содержании программы	3	3	0	Наблюдение, опрос
2.	Разновидности БПЛА и рассмотрение принципа работы различных типов	3	3	0	Наблюдение, опрос
3.	Изучение строения беспилотных аппаратов мультироторного типа разных размеров	3	0	3	Наблюдение, опрос, практическая работа
4.	Основные понятия об электричестве. Ток, напряжение, сопротивление, мощность. Рассмотрение того, как они работают в цепи квадрокоптера	3	0	3	Практическая работа

5.	Практическое занятие с литий полимерными аккумуляторами и изучение их основных характеристик	3	0	3	Практическая работа
6	Техника безопасности при пайке и инструктаж по использованию паяльной станции	3	3	0	Наблюдение, опрос
7.	Технология пайки. Обучение пайке	3	0	3	Практическая работа
8.	Обучение пилотированию на тренировочных квадрокоптерах Sума	6	2	4	Практическая работа
9.	Платы разводки питания. Строение основной цепи питания коптера	3	0	3	Практическая работа
10.	Коллекторные и бесколлекторные двигатели, и регуляторы их хода	3	0	3	Практическая работа
11.	Закрепление изученных тем и самостоятельная работа по теоретической части работы мультироторного беспилотника	3	1	2	Наблюдение, опрос, практическая работа
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	

### Содержание программы модуля №1

**Тема 1.** Вводная лекция о содержании программы.

Теория: знакомство с содержанием программы, основными терминами и понятиями, практическими заданиями программы.

Практика: опрос по теоретическому материалу.

**Тема 2.** Разновидности БПЛА и рассмотрение принципа работы различных типов.

Теория: изучение разновидностей БПЛА, основных технических характеристик и составляющих элементов, определение разновидности БПЛА, его назначения и принцип работы.

Практика: опрос по теоретическому материалу.

**Тема 3.** Изучение строения беспилотных аппаратов мультироторного типа разных размеров. Теория: устройство мультироторных систем, основы конструкции мультироторных систем, принципы управления мультироторными системами, аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство; техника безопасности при работе с мультироторными системами.

Практика: контроль знаний в форме наблюдения, опроса и практической работы.

**Тема 4.** Основные понятия об электричестве. Ток, напряжение, сопротивление, мощность.

Рассмотрение того, как они работают в цепи квадрокоптера.

Практика: практическая работа на электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.

**Тема 5.** Практическое занятие с литий-полимерными аккумуляторами и изучение их основных характеристик.

Практика: литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием, практическая работа.

**Тема 6.** Техника безопасности при пайке и инструктаж по использованию паяльной станции. Теория: изучение принципа работы паяльной станции, изучение и закрепление техники безопасности при работе с паяльной станцией.

Практика: опрос по теоретическому материалу, наблюдение по усвоению техники безопасности.

**Тема 7.** Технология пайки. Обучение пайке.

Практика: практическая работа по пайке электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.

**Тема 8.** Обучение пилотированию на тренировочных квадрокоптерах Syma.

Теория: механизм полетных компонентов, управление БПЛА.

Практика: полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.

**Тема 9.** Платы разводки питания. Строение основной цепи питания коптера.

Практика: практическая работа по изучению плат разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

**Тема 10.** Коллекторные и бесколлекторные двигатели, и регуляторы их хода.

Практика: практическая работа на изучение бесколлекторных двигателей и их регуляторов хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.

**Тема 11.** Закрепление изученных тем и самостоятельная работа по теоретической части работы мультироторного беспилотника.

Теория: повторение теоретического материала модуля.

Практика: практическое задание на закрепление изученных тем по итогам модуля.

## Модуль №2. Сборка и настройка квадрокоптера. Основы 3Д Моделирования

**Цель:** изучение основных элементов квадрокоптера, построение 3Д моделей составных частей квадрокоптера.

### Обучающие:

- формирование у обучающихся устойчивых знаний в области строения беспилотных летательных аппаратов;
- формирование навыков основ 3Д моделирования.

### Развивающие:

- развитие самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способность к самореализации и целеустремлённости.

### Воспитательные:

- воспитание трудолюбия, умения планировать работу.

### **Ожидаемые результаты (предметные):**

#### Обучающиеся должны знать:

- технику безопасности по сборке и настройке беспилотных средств;
- основные составляющие компоненты беспилотных систем;
- основы 3Д моделирования;

#### Обучающиеся должны уметь:

- собирать и настраивать беспилотные средства;
- использовать паяльную станцию для сборки беспилотного средства;
- моделировать составные части беспилотных средств.

#### Обучающиеся должны приобрести навык:

- построения трехмерных изображений составных компонентов беспилотных средств.

### Учебно-тематический план модуля №2

№	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Инструктаж по технике безопасности при работе со слесарным инструментом	3	3	0	Наблюдение, опрос
2.	Тренировка пайки на специальных макетах. Установка силовой части и пайка силовых и сигнальных проводов ESC	3	0	3	Наблюдение, опрос
3.	Знакомство с Компас-3D. Вкладки «Геометрия» и «Редактирование»	3	2	1	Наблюдение, опрос, практическая работа
4.	Работа в Компас-3D. Операции «выдавливания» и «вращения»	3	0	3	Практическая работа
5.	Самостоятельная работа в Компас-3D	3	0	3	Практическая работа



6	Установка полетного контроллера и дополнительного оборудования	3	0	3	Наблюдение, опрос
7.	Принцип функционирования полётного контроллера. Изучение датчиков IMU	3	0	3	Практическая работа
8.	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера в программе QGC	3	1	2	Практическая работа
9.	Работа в Компас-3D. Работа с «деревом» модели. Зеркальный, линейный и круговой массивы	2	0	2	Практическая работа
10.	Изучение 3D принтера и ПО Ultimaker Cura для него	2	2	0	Практическая работа
11.	Проектирующие узла полезной нагрузки для коптера, обработка в слайсере и его печать на 3D принтере	2	0	2	Наблюдение, опрос, практическая работа
12.	Практические полёты на дронах для аэрофотосъемки DJI Mavic	2	0	2	Наблюдение, опрос, практическая работа
13.	Лекция о том, как правильно фотографировать объект и маневрировать при съемке	2	2	0	Наблюдение
14.	Самостоятельная работа со специальными условиями полёта (максимальная высота, отдаление, ракурсы) по съемке какого-либо объекта в ближайшей к школе местности	2	0	2	Практическая работа
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	

## Содержание программы модуля №2

**Тема 1.** Инструктаж по технике безопасности при работе со слесарным инструментом и сборка рамы квадрокоптера.

Теория: подготовка рабочего места к практическим занятиям, инструктаж по технике безопасности.

**Тема 2.** Тренировка пайки на специальных макетах. Установка силовой части и пайка силовых и сигнальных проводов ESC

Теория: особенности пайки на специальных макетах.

Практика: выполнение самостоятельной работы по установке силовой части и пайке силовых и сигнальных проводов ESC.

**Тема 3.** Знакомство с Компас-3D. Вкладки «Геометрия» и «Редактирование» Теория: знакомство с интерфейсом и функционалом Компас 3D.

Практика: практические работы по построению объемных компонентов, построение 3D моделей с использованием вкладок «Геометрия» и «Редактирование».

**Тема 4.** Работа в Компас-3D. Операции «выдавливания» и «вращения»

Практика: практические работы по построению объемных компонентов, построение 3D моделей с использованием операций «выдавливание» и «вращение».

**Тема 5.** Самостоятельная работа в Компас-3D

Теория: знакомство с интерфейсом и функционалом Компас 3D.

Практика: индивидуальная практическая работа.

**Тема 6.** Установка полетного контроллера и дополнительного оборудования

Теория: полетный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

Практика: настройка полётного контроллера.

**Тема 7.** Принцип функционирования полётного контроллера. Изучение датчиков IMU

Практика: практическая работа в группах по принципам функционирования полётного контроллера, датчикам IMU.

**Тема 8.** Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера в программе QGC.

Теория: изучение программы QGC.

Практика: практическая работа на проверку знаний по настройкам полётного контроллера.

**Тема 9.** Работа в Компас-3D. Работа с «деревом» модели. Зеркальный, линейный и круговой массивы

Практика: практическая работа в Компас-3D.

**Тема 10.** Изучение 3D принтера и ПО Ultimaker Cura для него

Теория: основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

**Тема 11.** Проектирование узла полезной нагрузки для коптера, обработка в слайсере и его печать на 3D принтере

Теория: основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

Практика: печать смоделированной детали.

**Тема 12.** Практические полеты на дронах для аэрофотосъемки DJI Mavic Теория: инструктаж перед первыми учебными полётами.

Практика: проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка », «облет по кругу». Разбор

аварийных ситуаций. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

**Тема 13.** Лекция о том, как правильно фотографировать объект и маневрировать при съемке.

Теория: фотографирование с высоты, принципы выстраивания изображения, основы маневрирования, разбор различных ситуаций.

**Тема 14.** Самостоятельная работа со специальными условиями полета (максимальная высота, отдаление, ракурсы) по съемке какого-либо объекта в ближайшей к школе местности

Практика: установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

### Модуль №3. Учебные полеты на квадрокоптерах собственной сборки

**Цель:** формирование навыка учебного полета и сборки собственного беспилотного устройства; формирование знаний и умений по написанию и защите инженерного проекта.

Обучающие:

- формирование у обучающихся устойчивых знаний в области сборки и полетов беспилотных летательных аппаратов;
- формирование у обучающихся устойчивых знаний в области презентации и защиты инженерного проекта;
- формирование навыков проектирования инженерных проектов.

Развивающие:

- развитие самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способность к самореализации и целеустремлённости;
- развитие самостоятельности в презентации своей работы;
- развитие командной работы.

Воспитательные:

- воспитание трудолюбия, умения планировать работу.
- воспитание трудолюбия, умения планировать выступление.

**Ожидаемые результаты (предметные):**

Обучающиеся должны знать:

- технику безопасности по сборке и полетам беспилотных средств;
- основные составляющие компоненты беспилотных систем;
- основные этапы жизненного цикла проекта;
- основные составляющие презентационной работы и формата выступлений.

Обучающиеся должны уметь:

- собирать и настраивать беспилотные средства;
- проектировать собственное беспилотное средство;
- презентовать свою работу и отвечать корректно на вопросы от экспертов;
- реализовать свою идею в готовый продукт.

Обучающиеся должны приобрести навык:

- построения трехмерных изображений составных компонентов беспилотных средств.

#### Учебно-тематический план модуля №3

№	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Инструктаж по технике безопасности полётов на квадрокоптерах без вспомогательных систем управления	3	3	0	Наблюдение, опрос
2.	Обучение навыкам	3	0	3	Наблюдение,

	пилотирования квадрокоптера без вспомогательных систем управления				опрос
3.	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад»	6	0	6	Наблюдение, опрос, практическая работа
4.	Настройка PID регулятора квадрокоптера после тестовых полётов	3	1	2	Практическая работа
5.	Полеты; перемещения «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», полёты «коробочка», «челнок», полёты «восьмерка», «змейка»	6	0	6	Практическая работа
6.	Прохождение полноценной трассы. Подготовка к соревнованиям	3	1	2	Наблюдение, опрос
7.	Разработка собственного инженерного проекта. Работа над практической частью инженерного проекта	6	2	4	Практическая работа
8.	Подготовка презентации собственной проектной работы	3	0	3	Презентация проекта
9.	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	3	0	3	Защита проекта
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>7</b>	<b>29</b>	

### Содержание программы модуля №3

**Тема 1.** Инструктаж по технике безопасности полетов на квадрокоптерах без вспомогательных систем управления.

Теория: полетный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

**Тема 2.** Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера без вспомогательных систем управления.

Практика: проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

**Тема 3.** Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад».

Практика: проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо».

**Тема 4.** Настройка PID регулятора квадрокоптера после тестовых полётов.

Практика: полеты в помещении, индивидуальная практическая работа.

**Тема 5.** Полёты: перемещения «влево- вправо», «точная посадка на удаленную точку», Полёты: «коробочка», «челнок», Полёты: «восьмерка», «змейка».

Практика: полеты в помещении, индивидуальная практическая работа.

**Тема 6.** Прохождение полноценной трассы. Подготовка к соревнованиям

Практика: полеты в помещении, индивидуальная практическая работа.

**Тема 7.** Разработка собственного инженерного проекта. Работа над практической частью инженерного проекта

Теория: проработка идеи проекта, жизненный цикл проекта.

Практика: заполнение паспорта проекта.

Практика: работа в проектных группах над итоговым проектом, проработка проблемы, актуализация цели, вариантов решений, разработка плана действий, проработка практической части работы, проверка работоспособности прототипа.

**Тема 8.** Подготовка презентации собственной проектной работы.

Теория: изучение правил публичной презентации, правила построения итоговой презентации.

Практика: работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.

**Тема 9.** Презентация и защита группой собственного инженерного проекта

Теория: подготовка и проведение презентации по проекту.

Практика: практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Защита собственного инженерного проекта.

## **Воспитательный модуль в рамках реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Беспилотные авиационные системы»**

Решающим условием успешного осуществления воспитательной работы с обучающимися является единство воспитательных воздействий, комплексного влияния основных факторов социальной системы воспитания - семьи, коллектива детского объединения и педагога дополнительного образования.

Ведущая роль в реализации воспитания обучающихся принадлежит педагогу дополнительного образования. Эффективность воспитательной работы с обучающимися во многом зависит от четкости ее планирования, от умения ставить на каждом этапе педагогического процесса конкретные воспитательные задачи, используя для их решения богатый арсенал форм, средств и методов. В процессе воспитательной работы предполагается использование разнообразных форм, которые подразделяются на массовые (с участием всех групп объединения), групповые (с участием одной или нескольких групп) и индивидуальные (рассчитанные на отдельных обучающихся).

### **Основные факторы воспитательного воздействия:**

- личный пример педагога в вопросах дисциплины, отношения к труду, соблюдения режима занятий;
- педагогическое мастерство педагога, его творчество, постоянный поиск новых путей в работе;
- наставничество и шефская работа старших учащихся детского объединения с младшими;
- активное моральное стимулирование.

### **Основные формы воспитательной работы:**

- систематическое привлечение занимающихся к общественной работе (помощь в подготовке, организации и проведении мероприятий);
- обсуждение коллективом итогов участия в конкурсах и олимпиадах;
- обсуждение коллективом фактов отклонения от нормы в поведении учащегося;
- проведение традиционных мероприятий;
- совместная работа с объединениями других направленностей, общеобразовательными организациями.

Каждое из планируемых мероприятий отвечает конкретной воспитательной задаче, а вся воспитательная работа - главной цели - формированию всесторонне и гармонически развитой личности.

В связи с внесением изменений в ФЗ «Об образовании» неотъемлемой частью воспитательного процесса является трудовое воспитание. В системе воспитательных мероприятий должное внимание уделяется нравственному воспитанию: включаются беседы о спорте, о здоровом образе жизни, об известных научных деятелях Самарской области; встречи с интересными людьми; регулярное подведение итогов обучающей деятельности

учащихся; проведение тематических праздников; мероприятия с родителями.

В воспитательной деятельности используются информационно - телекоммуникационные технологии (участие в онлайн - конкурсах, проектах, квестах), с активным участием родителей обучающихся. Воспитательный процесс идет в течение всего периода обучения. Подобная организация воспитательного процесса возможна лишь при наличии дружного, сплоченного коллектива педагогов, воспитанников, где успехи и неудачи каждого его члена становятся достоянием и объектом внимания остальных, а общее дело — личной заботой каждого.

Активная поддержка со стороны родителей, методистов, кураторов позволяет более плодотворно решать воспитательные задачи. Целенаправленное и конкретное планирование воспитательных воздействий позволяет педагогу предусмотреть возможность проявления нежелательных явлений и наметить действенные меры их предотвращения.

#### **План воспитательных мероприятий в рамках реализации дополнительной программы**

<b>№ п/п</b>	<b>Мероприятие</b>	<b>Период проведения</b>
1	Беседа «Информационная безопасность в сети Интернет»	Сентябрь 2024
2	«Здоровым быть - Родине служить!»	Сентябрь 2024
3	Профилактическая акция «Молодежь против курения!»	Октябрь 2024
4	Информационная беседа, посвящённая Дню народного единства	Ноябрь 2024
5	Квест «Куйбышев – запасная столица»	Ноябрь 2024
6	Информационный час «Учимся говорить «НЕТ» вредным привычкам!»	Декабрь 2024
7	Информационный час «Осторожно! Гололёд!»	Декабрь 2024
8	«Дорога жизни» блокадного Ленинграда	Январь 2025
9	Спортивно-оздоровительное мероприятие «Покажи себя: готов ли ты к защите Родины?»	Февраль 2025
10	«Моя Россия, моя страна!»	Март 2025
11	Викторина «Масленица широкая»	Март 2025
12	Информационный час «Огня опасность понимаем и с ним шутить не станем!»	Апрель 2025
13	День космонавтики «Космос – это мы»	Апрель 2025
14	Урок благотворительности «Кто добро творит, того Бог благодарит»	Май 2025



15	Урок-игра " Всемирный день защиты окружающей среды"	Май 2025
16	Квест ко дню Победы «В стихах о Великой Победе героев и подвиги вспомним!»	Май 2025

## Ресурсное обеспечение

### Требования к помещениям

1. Специализированные классы (кружки) создаются на базе общеобразовательных организаций (школ).

2. Количество рабочих мест для создания специализированного класса (кружка) – не менее 12 рабочих мест для обучающихся.

3. Для создания специализированных классов (кружков) необходимо предусмотреть помещения для проведения аудиторных, практических занятий и организации полетных зон.

4. Для проведения аудиторных и практических занятий, которое включает в себя следующие зоны в соответствии с количеством рабочих мест:

- рабочая зона со столами, оборудованная в том числе персональными компьютерами;
- ремонтная станция и зона 3D-печати;
- рабочее место преподавателя;
- малая полетная зона.

Для проведения аудиторных, практических занятий и организации малой полетной зоны рекомендовано обеспечить помещение площадью не менее 100–120 м<sup>2</sup> и высотой потолка не менее 3 м.

5. Основная полетная зона – оборудованная площадка для дистанционного пилотирования беспилотных воздушных судов рекомендовано обеспечить помещение общей площадью не менее 100 м<sup>2</sup> и высотой потолка не менее 3 м.

6. Во всех помещениях необходимо обеспечить освещение в соответствии с действующими требованиями (СанПиН) к внутреннему освещению рабочих мест.

7. Во всех помещениях необходимо обеспечить наличие сети Интернет со скоростью не менее 100 Мб/с.

8. При организации полетных зон необходимо обеспечить наличие демпфирующего покрытия пола. Поверхность должна быть матовой и иметь неоднородный рисунок. Допустимо использование напечатанных баннеров.

9. При организации рабочих мест обучающихся для практических работ необходимо обеспечить функциональные системы вентиляции и отопления, позволяющие производить практические занятия, а также наличие контура заземления для электропитания и сети слаботочных подключений с опторазвязкой и внутренним сопротивлением к электропитанию и слаботочным сетям. Необходимо обеспечить создание условий для сохранности дорогостоящего оборудования (складское помещение для хранения, наличие инженерно-технических средств охраны, в том числе системы видеонаблюдения). Обязательно: требование по пожаробезопасности – наличие проверенного огнетушителя, а также наличие огнеупорных сейфов или сумок для хранения аккумуляторов.

## **Материально – техническое оснащение площадки проведения образовательного процесса**

### 1. Общая зона:

- стеллажи для хранения оборудования;
- интерактивный инвентарь;
- ящики для хранения вещей и оборудования.

### 2. Малая полетная зона:

- сетчатый куб не менее чем 3х3х3м;
- маты для смягчения удара при падении коптеров;
- стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.);
- комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену.

### 3. Основная полетная зона:

- общая площадь не менее 100–300 м<sup>2</sup>, ограждение защитной сеткой;
- комплект трассы для полетов;
- амортизирующие маты на пол общей полетной зоны;
- система ультразвуковой навигации в помещении, совместимой с БВС.

### 4. Ремонтная станция и зона 3D–печати:

- стол рабочий монтажника;
- радиоаппаратуры;
- рабочее кресло на колесах;
- стол компьютерный;
- 3D – принтер;
- программное обеспечение для создания 3D – моделей;
- программа для печати 3D – принтера;
- паяльная станция с феном;
- дымоуловитель;
- клеевой пистолет;
- набор надфилей;
- штангенциркуль;
- набор шарнирно–губцевого инструмента;
- ключи для пропеллеров;
- набор инструментов для пайки;
- держатель «Третья рука» с лупой;
- коврик для пайки;
- прибор измерения напряжения батареи;
- рулетка измерительная;
- зажим для моторов;
- набор шестигранных ключей удлиненных;

- набор отверток для точных работ;
- торцевой ключ;
- кримпер;
- шуруповерт + набор бит;
- ноутбук;
- мышь компьютерная;
- ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера;
- ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера;
- тумба для инструментов слесарная.

#### 5 Рабочее место обучающегося:

- программируемый учебный набор квадрокоптера;
- программируемый учебный квадрокоптер;
- конструктор спортивного квадрокоптера;
- дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров;
- FPV очки (шлем);
- клеевой пистолет;
- набор надфилей;
- штангенциркуль;
- набор шарнирно-губцевого инструмента;
- ключ для пропеллеров;
- прибор измерения напряжения LiPo батареи;
- рулетка измерительная;
- зажим для моторов;
- набор шестигранных ключей удлиненных;
- набор отверток для точных работ;
- торцевой ключ;
- кримпер;
- ноутбук (или ПЭВМ);
- десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ);
- фотограмметрическое программное обеспечение;
- компьютерная мышь;
- симулятор для автономных полетов;
- программное обеспечение для трехмерного моделирования;
- рабочее кресло на колесах;
- тумба для инструментов слесарная;
- стол компьютерный.

#### 6. Рабочее место педагога:

- ноутбук (или ПЭВМ);
- пульт радиуправления;
- десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ);
- компьютерная мышь;
- стол компьютерный;
- рабочее кресло на колесах;
- МФУ;
- маршрутизатор;
- роутер.

## Список литературы

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2021. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 01.08.2021).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения 01.08.2021).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 01.08.2021).
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.  
Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf) (дата обращения 01.08.2021)
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337
7. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 01.08.2021).
8. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html) (дата обращения 31.10.2016)
9. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>
10. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
11. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: [http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf) (дата обращения 01.08.2021).

12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа:  
<http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.07.2021)

13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474

14. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021

Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

## Выполнение практических полётов. Оценка и критерии освоения программы

### 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
- Что такое процедуры «Arm» и «Disarm», как они выполняются.
- Какой канал управления отвечает за вращения коптера вокруг оси.
- Какой канал управления отвечает за увеличения и уменьшение оборотов двигателя.
- Какой канал управления отвечает за движения коптера вперед и назад.
- Какой канал управления отвечает за наклон коптера влево или вправо.
- Какие основные этапы включается в себя предполётная подготовка коптера в помещении.
- В какой момент включается пульт дистанционного управления.



- Техника безопасности при подготовке к взлёту
- Когда осуществляется подключение аккумулятора к коптеру.
- В каких случаях запрещается использовать аккумуляторы для полётов.
- Что необходимо сделать, если пропеллеры вращаются, но коптер не взлетает.

Техника безопасности перед взлётом:

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

Техника безопасности во время полёта:

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

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 полёты за пределы видимости.

## Критерии оценивания работ по проекту

### 1. Командная работа

- 0 – в команде нет четкого распределения ролей и зон ответственности, большая часть работы сделана одним из членов команды или наставником;
- 2 – в команде распределены роли и зоны ответственности, работа над проектом проведена в соответствии с этим распределением, каждый из участников команды внес свой вклад в результаты работы над проектом.

### 2. Умение видеть проблему, сформулировать цель и достичь результата, отвечающего цели

- 0 – не видят проблемы, цель сформулирована нечетко, результат неясен;
- 1 – проблему видят частично; чтобы понять цель приходится задавать много вопросов; результат достигнут частично;
- 2 – видят проблему, четко формулирует цель, результат соответствует заявленной цели.

### 3. Умение разделить цель на задачи для более эффективного поиска решения

- 0 – разделение на задачи отсутствует;
- 1 – решение выделенных задач не в полной мере позволяет достичь цели проекта;
- 2 – решение выделенных задач в полной мере позволяет достичь цели проекта.

### 4. Изучение аналогов, понимание тенденций в мобильной разработке

- 0 – не изучалось;
- 1 – изучалось, но недостаточно для достижения цели проекта;
- 2 – изучалось достаточно для достижения цели проекта.

### 5. Уместное использование теоретических знаний для достижения поставленной цели

- 0 – совсем не использует теоретические знания, хотя это нужно для достижения поставленной цели;
- 1 – используют частично;
- 2 – использует теоретические знания там, где это нужно для достижения цели проекта.

### 6. Практическая апробация возможного решения

- 0 – способ выбора решения носит теоретический характер;
- 2 – была проведена апробация, однако ее результаты не полностью учтены/ недостаточно проанализированы/не внесены корректировки;
- 5 – решение апробировано, внесены необходимые корректировки.

### 7. Прототип предлагаемого решения

- 0 – отсутствует;
- 2 – есть, но он недостаточно проработан;

5 – есть и он требует незначительной доработки/полностью готов к внедрению.

#### **8. Значимость для практики, возможность масштабирования и внедрения**

0 – предлагаемое решение не может быть реализовано;

1 – предлагаемое решение может быть реализовано, однако неэффективно по сравнению с другими существующими решениями;

4 – предлагаемое решение может быть реализовано и эффективно по сравнению с другими существующими решениями;

6 – предлагаемое решение может быть реализовано и эффективно по сравнению с другими существующими решениями; решение масштабируемо, у команды есть понимание, каким образом можно в дальнейшем реализовать и внедрить продукт.

#### **9. Умение структурировать материал, логично и последовательно его излагать**

0 – совсем не умеют;

1 – структура материала и логика подачи нуждается в доработке;

3 – ясная логика и структура подачи материала.

#### **10. Умение объяснить и защитить свои идеи**

0 – совсем не умеют;

1 – отдельные идеи объясняются хорошо;

3 – команда убедительно отстаивает свои идеи.

#### **11. Оригинальность решения**

0 – в проекте нет оригинальных идей и подходов;

2 – есть отдельные оригинальные идеи;

5 – в проекте наблюдается действительно творческий подход.

#### **12. Дизайн приложения**

0 – совсем не проработан;

1 – проработан частично;

2 – полностью реализован.