

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЛИЦЕЙ №3»
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА БРАТСКА

Рекомендована
научно-методическим советом
МБОУ «Лицей №3»
Протокол № 1
от « 31 » августа 2024 года

Утверждена
директор МБОУ «Лицей №3»
М.А. Аскарова

Приказ № 200
от « 31 » августа 2024 г.

Дополнительная общеразвивающая программа технической направленности
«Беспилотные авиационные системы»

Адресат программы:
обучающиеся 12-18 лет
Срок реализации: 1 год

Разработчики программы:
Никитин Артур Иванович,
педагог дополнительного образования
Шевелева Эмилия Викторовна,
педагог дополнительного образования

Оглавление

Пояснительная записка	3
Учебно-тематический план.....	8
Способы определения результативности.....	8
Модуль №1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе	9
Модуль №2. Сборка и настройка квадрокоптера. Основы 3Д Моделирования.....	12
Модуль №3. Учебные полеты на квадрокоптерах собственной сборки	16
Модуль №4. Инженерный проект.....	18
Методическое обеспечение программы	20
Список литературы	21
Приложение 1.....	22
Календарно-тематический план.....	22
Приложение 2.....	24
Выполнение практических полётов. Оценка и критерии освоения программы	24
Приложение 3.....	26
Критерии оценивания работ по проекту.....	26

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные авиационные системы» имеет техническую направленность, рассчитана на обучение детей в возрасте 12-18 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 реализуется на базе образовательной организации.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями от 16.04.2022 № 108-ФЗ);
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р);
- Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);
- Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 от «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (с изменениями от 30.09.2020 № 533);
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарноэпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Письмо министерства образования и науки Самарской области от 30.03.2020 № МО-16-09-01/434-ТУ (с «Методическими рекомендациями по подготовке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ к прохождению процедуры экспертизы (добровольной сертификации) для последующего включения в реестр образовательных программ, включенных в систему ПФДО»).

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 и 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 устойчивых soft-skills и hard-skills¹ по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

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;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

Адресат программы: программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (12 – 18 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте.

Для возраста 12 – 18 лет характерно господство детского сообщества над взрослым. Здесь складывается новая социальная ситуация развития.

Идеальная форма – то, что ребенок осваивает в этом возрасте, с чем он реально взаимодействует, – это область моральных норм, на основе которых строятся социальные взаимоотношения. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали.

Наполняемость групп: 12-15 человек.

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

Сроки реализации программы: Программа рассчитана на 204 академических часа.

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 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;
- 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.

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.

Учебно-тематический план

№ модуля	Наименование модуля	Всего часов	Теория	Практика
Модуль 1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	51	35	16
Модуль 2	Сборка и настройка квадрокоптера. Основы 3Д Моделирования	51	25	26
Модуль 3	Учебные полеты на квадрокоптерах собственной сборки	51	12	39
Модуль 4	Инженерный проект	51	22	29
	ИТОГО	204	94	110

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 2);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческое задания (подготовка проектов и его презентация) (Приложение 3).

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	1	1	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	3	0	1	Практическая работа

	они работают в цепи квадрокоптера				
5.	Практическое занятие с литий полимерными аккумуляторами и изучение их основных характеристик	1	0	1	Практическая работа
6.	Техника безопасности при пайке и инструктаж по использованию паяльной станции	1	1	0	Наблюдение, опрос
7.	Технология пайки. Обучение пайке	4	0	4	Практическая работа
8.	Обучение пилотированию на тренировочных квадрокоптерах	23	4	19	Практическая работа
9.	Платы разводки питания. Строение основной цепи питания коптера	4	0	4	Практическая работа
10.	Коллекторные и бесколлекторные двигатели, и регуляторы их хода	4	0	4	Практическая работа
11.	Закрепление изученных тем и самостоятельная работа по теоретической части работы мультироторного беспилотника	4	2	2	Наблюдение, опрос, практическая работа
	ИТОГО	51	35	16	

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 радиуправления:

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 Symba.

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 и сборка рамы квадрокоптера	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	9	6	3	Практическая работа
9.	Работа в Компас-3D. Работа с «деревом» модели. Зеркальный, линейный и круговой массивы	3	0	3	Практическая работа
10.	Изучение 3D принтера и ПО для него	3	3	0	Практическая работа
11.	Проектирование узла полезной нагрузки для коптера, обработка в слайсере и его печать на 3D принтере	3	0	3	Наблюдение, опрос, практическая работа
12.	Практические полеты на дронах для аэрофотосъемки	3	0	3	Наблюдение, опрос, практическая работа
13.	Лекция о том, как правильно фотографировать объект и маневрировать при съемке	3	3	0	Наблюдение
14.	Самостоятельная работа со специальными условиями полета (максимальная высота, отдаление, ракурсы) по съемке какого-либо	6	0	6	Практическая работа

	объекта в ближайшей к школе местности				
	ИТОГО	51	25	26	

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 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

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 мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

Модуль №3. Учебные полеты на квадрокоптерах собственной сборки

Цель: формирование навыка учебного полета и сборки собственного беспилотного устройства.

Обучающие:

- формирование у обучающихся устойчивых знаний в области сборки и полетов беспилотных летательных аппаратов;
- формирование навыков проектирования собственных беспилотных устройств.

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 полетам беспилотных средств;
- основные составляющие компоненты беспилотных систем.

Обучающиеся должны уметь:

- собирать и настраивать беспилотные средства;
- проектировать собственное беспилотное средство.

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 полетов на квадрокоптерах без вспомогательных систем управления	3	3	0	Наблюдение, опрос
2.	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера без вспомогательных систем управления	3	0	3	Наблюдение, опрос
3.	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад»	3	0	3	Наблюдение, опрос, практическая работа
4.	Настройка PID регулятора квадрокоптера после тестовых полётов	6	3	3	Практическая работа
5.	Полёты: перемещения «влево- вправо», «точная посадка на удаленную точку», Полёты: «коробочка», «челнок», Полёты: «восьмерка», «змейка»	12	0	12	Практическая работа
6.	Прохождение полноценной трассы. Подготовка к соревнованиям	12	3	9	Наблюдение, опрос
7.	Разработка собственного инженерного проекта	15	3	12	Практическая работа
ИТОГО		51	12	39	

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

Теория: проработка идеи проекта, жизненный цикл проекта.

Практика: заполнение паспорта проекта.

Модуль №4. Инженерный проект

Цель: формирование знаний и умений по написанию и защите инженерного проекта.

Обучающие:

- формирование у обучающихся устойчивых знаний в области презентации и защиты инженерного проекта;
- формирование навыков проектирования инженерных проектов.

Развивающие:

- развитие самостоятельности в презентации своей работы;
- развитие командной работы.

Воспитательные:

- воспитание трудолюбия, умения планировать выступление.

Ожидаемые результаты (предметные):

Обучающиеся должны знать:

- основные этапы жизненного цикла проекта;
- основные составляющие презентационной работы и формата выступлений.

Обучающиеся должны уметь:

- презентовать свою работу и отвечать корректно на вопросы от экспертов;
- реализовать свою идею в готовый продукт.

Учебно-тематический план модуля №4

№	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Работа над практической частью инженерного проекта	22	10	12	Практическая часть проекта
2.	Подготовка презентации собственной проектной работы	22	10	12	Презентация проекта
3.	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	7	2	5	Защита проекта
	ИТОГО	51	22	29	

Содержание программы модуля №4

Тема 1. Работа над практической частью инженерного 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 2. 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 3. 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

Методическое обеспечение программы

Модуль программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	Лекция, дискуссия, практическое занятие	Беседа по теме занятия, индивидуальная работа с ПО	Записи в тетрадях, справочный материал из ПО для полетов	Ноутбук с ПО, RC-пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноручно собранном квадрокоптере

Настройка, установка FPV – оборудования	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал	Ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	Выполнение полётов с FPV-оборудованием
Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал	Ноутбук с ПО, 3D принтер	Печать детали, созданной самостоятельно
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадях	Ноутбук, интерактивная доска	Защита проекта

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 (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 (дата обращения 31.10.2016)
9. 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.