

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОМ ЮНОШЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА»
«ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ» Г. ЧЕЛЯБИНСК»

ПРИНЯТО
на заседании
Педагогического совета
ГБУ ДО «ДЮТТ Челябинской области»
«28» августа 2025 г.
Протокол заседания № 5

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель СП ДТ «Кванториум»
г. Челябинск
Халилова И.В.
Приказ № 204-К от 11.08.2025



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ
ПРОГРАММА**

«Автономные БПЛА. Продвинутый уровень»

Направленность: техническая
Уровень программы: базовый
Срок освоения программы: 1 год (144 часа)
Возрастная категория обучающихся: 12 - 17 лет

Автор-составитель: Хужин Атлер Рифатович,
Педагог дополнительного образования

Челябинск
2025 г

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ.....	3
1.1 Пояснительная записка	3
1.2 Сведения о программе.....	5
1.3 Цели и задачи программы	7
1.4 Содержание программы	7
1.5 Учебный план	15
1.6 Планируемые результаты	22
РАЗДЕЛ 2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	23
2.1 Календарный учебный график.....	23
2.2 Условия реализации программы.....	23
2.3 Формы аттестации.....	24
2.4 Оценочные материалы	25
2.5 Методические материалы	25
2.6 Воспитательный компонент.....	26
2.7 Информационные ресурсы и литература	27
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1	29
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2	30
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3	31
ПРИЛОЖЕНИЕ № 4	33

РАЗДЕЛ 1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1 Пояснительная записка

В настоящее время технологии в области применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) стремительно развиваются, а сами аппараты становятся все более доступными.

БПЛА – это летательный аппарат, который управляется оператором с помощью радиосвязи на удаленном расстоянии или автономно с использованием специального программного обеспечения. Использование БПЛА решает многие проблемы, связанные с задачами воздушного мониторинга, доставки, видеосъемки и спектр их применения только продолжает расти. Все чаще беспилотные летательные аппараты выполняют задачи с минимальным вмешательством человека, используя геопространственные данные, полученные в полете. БПЛА принимают решения о траектории своего полета и идентифицируют объекты в режиме реального времени.

Развитие беспилотных технологий в нашей стране входит в число ключевых целей «Дорожной карты», «Аэронет», Национальной технологической инициативы. При этом не менее важной задачей является подготовка кадров в этом направлении. Таким образом, назначение программы соответствует государственному социальному заказу, направленного на подготовку подрастающего поколения с современными и быстроразвивающимися технологиями БПЛА.

Программа «Автономные БПЛА. Продвинутый уровень» разработана в соответствии с требованиями, представленными в следующих нормативно-правовых актах:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 22.06.2024) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 23.06.2024);
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р (ред. от 15.05.2023));
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629);
- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2015 г. № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);
- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 июля 2016 г. № 09-1790 «О направлении рекомендаций» (вместе с «Рекомендациями по совершенствованию дополнительных образовательных программ, созданию детских технопарков, центров молодежного инновационного творчества и внедрению иных форм подготовки детей и молодежи по программам инженерной направленности»);
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 № 61573);
- Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 16 ноября 2020 г. № ГД-2072/03 «О направлении рекомендаций» (вместе с «Практическими рекомендациями (советами) для учителей и заместителей директоров по учебно-воспитательной работе в образовательных организациях, реализующих образовательные программы начального, общего, основного, среднего образования с использованием дистанционных технологий»);
- Государственная программа Челябинской области «Развитие образования в Челябинской области» (утверждена Постановлением Правительства Челябинской области от 28 декабря 2017 г. № 732-П (ред. от 06.03.2024);

- Постановление Правительства РФ от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ;
- Локально-нормативные акты ГБУ ДО ДЮТТ

Актуальность программы обусловлена тем, что направлена на формирование устойчивых навыков обращения с БПЛА и реализацию задачи по созданию программ для автоматизации полетов. В результате освоения программы обучающиеся должны получить компетенции, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также основы программирования автономных полетов. Программа «Автономные БПЛА. Продвинутый уровень» позволяет не только получить инженерные навыки программирования и эксплуатации БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, а также нацеливает на осознанный выбор в дальнейшем вида деятельности в техническом творчестве или профессии: проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

Педагогическая целесообразность программы «Автономные БПЛА. Продвинутый уровень» заключается в привлечении учащихся к занятиям техническим творчеством, что способствует развитию логического мышления, творческих способностей и навыков решения задач программирования. Содержание программы направлено на профессиональную ориентацию обучающихся и мотивацию для возможного продолжения обучения в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с робототехникой и авиастроительством.

Обучающиеся получают представление об особенностях разработки программ управления, автоматизации механизмов, моделирования процессов работы систем различной сложности. Программа позволит обучающимся:

- приобретать опыт командной работы;
- распределять обязанности в своей команде;
- проявлять повышенное внимание к культуре и этике общения;
- проявлять творческий подход к решению поставленных задач;
- модифицировать результаты собственной деятельности;
- производить отладку и тестирование систем на реальных объектах.

Отличительной особенностью программы является ориентация на практический характер обучения:

- углубленно изучаются подходы к созданию программного обеспечения для управления мультироторного БПЛА и использованию аппаратов для решения различных задач;
- выделено большое количество практических занятий для проектной деятельности, которая способствует развитию навыков творческого и инженерного мышления у обучающихся;
- в программе предусмотрена подготовка к соревнованиям в области автономного полета мультироторного БПЛА, что позволит обучающимся принимать участие в конкурсах различного масштаба;
- по окончании обучения обучающиеся получают не только технические знания, но и основы профессии, востребованной в современных социально-экономических условиях.

Адресат программы – обучающие 12-17 лет, проявляющие интерес к информационным технологиям и техническому творчеству.

На обучение принимаются все желающие, без предварительной подготовки, по заявлению родителей или лиц, их заменяющих.

Содержание программы учитывает возрастные и психологические особенности обучающихся 13-17 лет, которые определяют выбор форм проведения занятий. Обучающиеся этого возраста отличаются эмоциональностью, стремлением к активной практической деятельности, поэтому основной формой проведения занятий выбраны практические занятия. Обучающихся также увлекает совместная, коллективная деятельность, так как резко возрастает значение коллектива, общественного мнения, отношений со сверстниками, оценка поступков и действий обучающегося со стороны не только старших, но и сверстников. Поэтому в программу включены

практические занятия соревновательного характера, которые позволяют каждому проявить себя и найти своё место в детском коллективе.

Также следует отметить, что обучающиеся данной возрастной группы характеризуются такими психическими процессами, как развитие абстрактных форм мышления, становление более осознанного и целенаправленного характера деятельности, проявление стремления к самостоятельности и независимости, формирование самооценки. Эти процессы позволяют положить начало формированию начального профессионального самоопределения обучающихся.

Срок реализации и объем программы определяется содержанием программы и составляет 1 год (144 академических часа).

Направленность (профиль) программы: техническая.

Язык реализации программы: государственный язык РФ – русский.

Особенности реализации программы: программа разработана с учётом модульного построения содержания. Каждый такой модуль охватывает отдельную информационную технологию или её часть. Внутри модуля разбивка по времени изучения производится педагогом самостоятельно, но с опорой на рекомендованный календарно-тематический план. С учётом регулярного повторения ранее изученных тем продолжительность изучения отдельных разделов модуля определяется субъективными и объективными факторами. Модули реализуются по принципу «от простого к сложному».

Уровень освоения программы: углубленный

Форма обучения: очная с применением дистанционных технологий и/или электронного обучения (при дистанционной форме обучения применяется платформа Сферум)

Формы организации: группа до 14 человек

Режим занятий: 4 академических часа в неделю.

2 раза по 2 часа (академический час – 40 мин.).

Через каждые 40 минут занятия следует 10-минутный перерыв, согласно требованиям, СанПиН.

Форма организации занятий: индивидуально–групповая.

Методы обучения: объяснительно-иллюстративный, практический и проблемно поисковый.

1.2 Сведения о программе

Название программы	«Автономные БПЛА. Продвинутый уровень»
Возраст обучающихся	12 - 17 лет
Длительность программы (в часах)	144 часа
Количество занятий в неделю	2 занятия в неделю по 2 академических часа
Цель, задачи	Цель программы – формировать и развивать у обучающихся 12 – 17 лет компетенций в области беспилотных авиационных систем, изучение приемов и методов решения различного рода математических и прикладных задач в области авиации при помощи программирования БПЛА на языке Python, а также развития творческого и научно-технического потенциала путем организации проектной деятельности. Задачи направлены на достижение цели и включают в себя предметные, метапредметные, личностные.
Краткое описание программы	Программа «Автономные БПЛА. Продвинутый уровень» направлена на формирование устойчивых навыков обращения с мультироторным беспилотным летательным аппаратом и реализацию задачи по созданию программ для автоматизации полетов. В результате освоения программы обучающиеся должны получить компетенции, которые позволят им понять основы устройства мультироторного беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также основы программирования автономных полетов.

Первичные знания, необходимые для освоения программы	Вступительные испытания не предусмотрены, специальные навыки не требуются
Результаты освоения программы	Предметные: – знать как устроен мультироторный беспилотный летательный аппарат «Клевер»; – знать особенности эксплуатации и обслуживания мультироторных беспилотных летательных аппаратов; – знать правила техники безопасности эксплуатации мультироторного беспилотного летательного аппарата; – знать способы навигации мультироторных беспилотных летательных аппаратов; – владеть основами программирования автономных полетов мультироторного беспилотного летательного аппарата на языке Python; – ориентироваться в интерфейсе симулятора Gazebo. Метапредметные: – владеть навыком инженерного мышления; – владеть навыками исследовательской и проектной деятельности; – участие в соревнованиях муниципального, регионального и федерального уровней; – приобрести опыт программирования мультироторного беспилотного летательного аппарата для автономного полета в индивидуальной, групповой и коллективной учебно-познавательной деятельности. Личностные: – уметь выстраивать эффективные коммуникации при работе в паре, коллективе; – уметь принимать самостоятельные решения при выполнении задач; – личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию к получению профессий, связанных с программированием БПЛА для автономного полета.
Перечень соревнований, в которых учащиеся могут принять участие	– Конкурсные мероприятия оригинального календаря Челябинской области по профилю обучения детей; – Национальная технологическая олимпиада; – Всероссийское чемпионатное движение по профессиональному мастерству «Профессионалы»;
Перечень основного оборудования, необходимого для освоения программы	– персональный компьютер обучающегося/планшеты для обучающихся.; – магнитно-маркерная доска – 1 шт.; – проектор – 1 шт.; – Наборы программируемого квадрокоптера CDEX – ИК станция
Преимущества данной программы (отличия от других подобных курсов)	Отличительной чертой программы является ориентация на практический характер обучения: – углубленно изучаются подходы к созданию программного обеспечения для управления мультироторного беспилотного летательного аппарата и использованию аппаратов для решения различных задач; – в программе предусмотрена подготовка к соревнованиям в области автономного полета мультироторного БПЛА, что позволит обучающимся принимать участие в конкурсах различного масштаба; – выделено большое количество практических занятий для проектной деятельности обучающихся, которая способствует развитию навыков творческого и инженерного мышления у обучающихся.

1.3 Цели и задачи программы

Цель программы – формировать и развивать у обучающихся 13 -17 лет компетенций в области беспилотных авиационных систем, изучение приемов и методов решения различного рода математических и прикладных задач в области авиации при помощи программирования мультироторных беспилотных летательных аппаратов на языке Python, а также развития творческого и научно- технического потенциала обучающихся путем организации проектной деятельности.

Задачи:

Предметные:

- познакомить с историей и тенденциями развития автономных полетов;
- изучить устройство мультироторного БПЛА «Клевер»;
- изучить особенности эксплуатации и обслуживания мультироторного беспилотного летательного аппарата;
- изучить способы навигации мультироторных беспилотных летательных аппаратов;
- изучить правила техники безопасности при эксплуатации мультироторного беспилотного летательного аппарата;
- сформировать навыки программирования на языке Python автономных полетов мультироторного беспилотного летательного аппарата;
- уметь ориентироваться в интерфейсе симулятора GAZEBO.

Метапредметные:

- сформировать навыки инженерного мышления и умения работать в сфере программирования;
- сформировать навыки исследовательской и проектной деятельности в процессе работы над проектом;
- подготовить к участию в соревнованиях муниципального, регионального и федерального уровней;
- приобрести опыт программирования мультироторных беспилотных летательных аппаратов для автономного полета в индивидуальной, групповой и коллективной учебно-познавательной деятельности.

Личностные :

- совершенствовать коммуникативные навыки при работе в паре, коллективе;
- воспитать самостоятельность при решении задач и умение работать в команде;
- личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию к получению профессий, связанных с программированием БПЛА для автономного полета.

1.4 Содержание программы

Раздел 1. Введение в автономные полеты мультироторных беспилотных летательных аппаратов

Тема 1. Общий инструктаж по технике безопасности

Теория: Введение в образовательную программу. Инструктаж по технике безопасности во время пребывания в кабинете. Изучение правил организации рабочего места и работы за компьютером.

Тема 2. Автономные полеты: вчера, сегодня, завтра.

Теория: Понятие автономного полета. История появления и развития автопилотов в авиации. Уровни автономности в полетах беспилотных летательных аппаратов.

Тема 3. Устройство автономного мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер»

Теория: Знакомство с базовыми и вспомогательными частями мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер" (базовые части - рама, аккумулятор, бесколлекторные двигатели, полетный контроллер, приемник, регулятор скорости, плата распределения питания, винты, вспомогательный компьютер; дополнительные части - светодиодная лента, лазерный и ультразвуковой дальномер, камера).

Тема 4. Особенности эксплуатации и обслуживания мультироторных беспилотных летательных аппаратов

Теория: Техника безопасности при настройке, обслуживании и эксплуатации автономного мультироторного беспилотного летательного аппарата. Правила поведения в зоне полетов. Полетные режимы. Особенности безопасного управления автономного мультироторного беспилотного летательного аппарата при визуальном контроле полета.

Раздел 2. Подготовка мультироторного беспилотного летательного аппарата к автономному полету.

Тема 5. Техника безопасности при летной эксплуатации.

Теория: Инструктаж по технике безопасности при летной эксплуатации мультироторного БПЛА в помещении. Изучение правил пользования полётной зоной.

Практика: Виузальное пилотирование в ограниченном пространстве.

Тема 6. Визуальное программирование TRIK. Взлет-Миссия-Посадка

Теория: Знакомство со средой TRIK Studio. Изучение блоков для программирования квадрокоптеров.

Практика: Решения кейса Взлет-Миссия-Посадка.

Тема 7. Визуальное программирование TRIK. Взлет-Миссия-Посадка

Теория: Знакомство со средой TRIK Studio. Изучение блоков для программирования квадрокоптеров.

Практика: Решения кейса Взлет-Миссия-Посадка.

Тема 8. Программирование датчиков на квадрокоптере. Плата подключения дополнительных модулей

Теория: Подключение датчиков и изучение принципов их работы, изучение устройства летательных систем.

Практика: Создание программы «Полет по траектории». Настройка системы навигации в помещении. Программирование АП используя данные с гироскопа и акселерометра на плате квадрокоптера. Работа с таймерами.

Тема 9. Программирование датчиков на квадрокоптере. Плата подключения дополнительных модулей

Теория: Подключение датчиков и изучение принципов их работы, изучение устройства летательных систем.

Практика: Создание программы «Полет по траектории». Настройка системы навигации в помещении. Программирование АП используя данные с гироскопа и акселерометра на плате квадрокоптера. Работа с таймерами.

Тема 10. Автономный полет

Теория: Техника безопасности при автономном полете.

Практика: Выполнение автономных полетов с преодолением полосы препятствий. Оптимизация времени выполнения полетного задания.

Тема 11. Автономный полет

Теория: Техника безопасности при автономном полете.

Практика: Выполнение автономных полетов с преодолением полосы препятствий. Оптимизация времени выполнения полетного задания.

Тема 12. Локальная система навигации (LPS).

Практика: Настройка локальной системы навигации. Использование модуля оптического потока.

Тема 13. Локальная система навигации (LPS).

Практика: Настройка локальной системы навигации. Использование модуля оптического потока.

Тема 14. Знакомство с автопилотом квадрокоптера.

Практика: Программирование квадрокоптера и использование команд для автопилота.

Тема 15. Знакомство с автопилотом квадрокоптера.

Практика: Программирование квадрокоптера и использование команд для автопилота.

Раздел 3. Симулятор GAZEBO для программирования автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата.

Тема 16. Виртуализация и запуск GAZEBO.

Теория: Программный интерфейс симулятора Gazebo.

Практика: Запуск симулятора и подключение. Рассмотрение основных функций симулятора.

Тема 17. Виртуализация и запуск GAZEBO.

Теория: Программный интерфейс симулятора Gazebo.

Практика: Запуск симулятора и подключение. Рассмотрение основных функций симулятора.

Тема 18. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета в среде GAZEBO.

Теория: Применение базовых команд: взлет/посадка, пролет на координату.

Практика: Упрощенное программирование автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата в модуле simple_offboard.

Тема 19. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета в среде GAZEBO.

Теория: Применение базовых команд: взлет/посадка, пролет на координату.

Практика: Упрощенное программирование автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата в модуле simple_offboard.

Тема 20. Программирование на языке Python автономного полета по маркерной системе координат в среде GAZEBO

Теория: Программирование на языке Python мультироторного беспилотного летательного аппарата для автономного полета по маркерной системе координат в среде Gazebo.

Практика: Пилотирование дроном в среде Gazebo.

Тема 21. Программирование на языке Python автономного полета по маркерной системе координат в среде GAZEBO

Теория: Программирование на языке Python мультироторного беспилотного летательного аппарата для автономного полета по маркерной системе координат в среде Gazebo.

Практика: Пилотирование дроном в среде Gazebo.

Тема 22. Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер" в среде GAZEBO.

Теория: Программирование световой индикации беспилотного летательного аппарата "Клевер" при завершении выполнения команды автономного полета.

Практика: Пилотирование дроном в среде Gazebo.

Тема 23. Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер" в среде GAZEBO.

Теория: Программирование световой индикации беспилотного летательного аппарата "Клевер" при завершении выполнения команды автономного полета.

Практика: Пилотирование дроном в среде Gazebo.

Раздел 4. Программирование автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Тема 24. Полетный контроллер COEX Pix.

Теория: Знакомство с полетным контроллером и программным обеспечением QGroundControl. Основные шаги настройки полетного контроллера. Настройка радиоприемника, электронных регуляторов скорости, аккумулятора.

Практика: Первая настройка полетного контроллера COEX Pix. Настройка полетных режимов.

Тема 25. Полетный контроллер COEX Pix.

Теория: Знакомство с полетным контроллером и программным обеспечением QGroundControl. Основные шаги настройки полетного контроллера. Настройка радиоприемника, электронных регуляторов скорости, аккумулятора.

Практика: Первая настройка полетного контроллера COEX Pix. Настройка полетных режимов.

Тема 26. Техника безопасности при летной эксплуатации.

Теория: Инструктаж по технике безопасности при летной эксплуатации мультироторного БПЛА в помещении.

Практика: Пользования полётной зоны на практике.

Тема 27. Вспомогательный компьютер для автономного полета на основе Raspberry Pi. Промежуточная аттестация

Теория: Устройство и функции одноплатного компьютера Raspberry Pi. Способы подключения полетного контроллера COEX Pix к Raspberry Pi и настройка операционной системы. Выполнение промежуточной аттестации. Тест. Приложение 3.

Практика: Подключение полетного контроллера COEX Pix к Raspberry Pi. Установка операционной системы и её настройка.

Тема 28. Вспомогательный компьютер для автономного полета на основе Raspberry Pi. Промежуточная аттестация

Теория: Устройство и функции одноплатного компьютера Raspberry Pi. Способы подключения полетного контроллера COEX Pix к Raspberry Pi и настройка операционной системы. Выполнение промежуточной аттестации. Тест. Приложение 3.

Практика: Подключение полетного контроллера COEX Pix к Raspberry Pi. Установка операционной системы и её настройка.

Тема 29. Вспомогательный компьютер для автономного полета на основе Raspberry Pi. Промежуточная аттестация

Теория: Устройство и функции одноплатного компьютера Raspberry Pi. Способы подключения полетного контроллера COEX Pix к Raspberry Pi и настройка операционной системы. Выполнение промежуточной аттестации. Тест. Приложение 3.

Практика: Подключение полетного контроллера COEX Pix к Raspberry Pi. Установка операционной системы и её настройка.

Тема 30. Основные команды при работе с файлами в *nix-системах

Теория: Основные команды для управления файлами и каталогами в *nix-системах.

Практика: Создание директории в Python для хранения файлов.

Тема 31. Основные команды при работе с файлами в *nix-системах

Теория: Основные команды для управления файлами и каталогами в *nix-системах.

Практика: Создание директории в Python для хранения файлов.

Тема 32. Автоматическая проверка корректности настроек и работы подсистем мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер". Подключение к видеопотоку "Клевер" через браузер.

Теория: Команды для создания, копирования, перемещения и удаления. Поиск и просмотр файлов. Поиск текстовых строк в файлах.

Практика: Запуск средства автоматической проверки через терминал. Подключение к веб-интерфейсу мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер".

Тема 33. Автоматическая проверка корректности настроек и работы подсистем мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер". Подключение к видеопотоку "Клевер" через браузер.

Теория: Команды для создания, копирования, перемещения и удаления. Поиск и просмотр файлов. Поиск текстовых строк в файлах.

Практика: Запуск средства автоматической проверки через терминал. Подключение к веб-интерфейсу мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер".

Тема 34. Автоматическая проверка корректности настроек и работы подсистем мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер". Подключение к видеопотоку "Клевер" через браузер.

Теория: Команды для создания, копирования, перемещения и удаления. Поиск и просмотр файлов. Поиск текстовых строк в файлах.

Практика: Запуск средства автоматической проверки через терминал. Подключение к веб-интерфейсу мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер".

Тема 35. Виды навигации. Системы координат. Настройка камеры. Навигация по технологии Optical Flow. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата (simple_offboard).

Теория: Виды навигации. Настройка и калибровка камеры. Принцип работы системы позиционирования Optical Flow. Изучение алгоритмов, основанных на оптическом потоке.

Практика: Написание упрощенного программного кода на языке Python для автономного полета (подъем коптера, пролет по координатам, высота подъема, посадка).

Тема 36. Виды навигации. Системы координат. Настройка камеры. Навигация по технологии Optical Flow. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата (simple_offboard).

Теория: Виды навигации. Настройка и калибровка камеры. Принцип работы системы позиционирования Optical Flow. Изучение алгоритмов, основанных на оптическом потоке.

Практика: Написание упрощенного программного кода на языке Python для автономного полета (подъем коптера, пролет по координатам, высота подъема, посадка).

Тема 37. Виды навигации. Системы координат. Настройка камеры. Навигация по технологии Optical Flow. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата (simple_offboard).

Теория: Виды навигации. Настройка и калибровка камеры. Принцип работы системы позиционирования Optical Flow. Изучение алгоритмов, основанных на оптическом потоке.

Практика: Написание упрощенного программного кода на языке Python для автономного полета (подъем коптера, пролет по координатам, высота подъема, посадка).

Тема 38. ArUco маркеры. Распознавание маркеров. Навигация по карте маркеров. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» по маркерной системе координат.

Теория: Визуальные маркеры ArUco. Способы навигации БПЛА. Режимы работы с ArUco-маркерами на мультироторном беспилотном летательном аппарате. Системы координат. Настройка карты маркеров.

Практика: Написание кода на языке Python для запуска и пролета мультироторного беспилотного летательного аппарата по координатам.

Тема 39. ArUco маркеры. Распознавание маркеров. Навигация по карте маркеров. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» по маркерной системе координат.

Теория: Визуальные маркеры ArUco. Способы навигации БПЛА. Режимы работы с ArUco-маркерами на мультироторном беспилотном летательном аппарате. Системы координат. Настройка карты маркеров.

Практика: Написание кода на языке Python для запуска и пролета мультироторного беспилотного летательного аппарата по координатам.

Тема 40. ArUco маркеры. Распознавание маркеров. Навигация по карте маркеров. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» по маркерной системе координат.

Теория: Визуальные маркеры ArUco. Способы навигации БПЛА. Режимы работы с ArUco-маркерами на мультироторном беспилотном летательном аппарате. Системы координат. Настройка карты маркеров.

Практика: Написание кода на языке Python для запуска и пролета мультироторного беспилотного летательного аппарата по координатам.

Тема 41. Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер".

Теория: Порядок программирования светодиодной ленты. Высокоуровневое и низкоуровневое управление светодиодной лентой. Настройка реакции ленты на события.

Практика: Программирование свечения светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» на выполнение команд.

Тема 42. Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер".

Теория: Порядок программирования светодиодной ленты. Высокоуровневое и низкоуровневое управление светодиодной лентой. Настройка реакции ленты на события.

Практика: Программирование свечения светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» на выполнение команд.

Тема 43. Использование GPIO (General-Purpose Input/Output) на Raspberry Pi для подключения внешних устройств.

Теория: что такое GPIO? Распиновка GPIO. Управление пинами GPIO. Чтение и вывод данных с GPIO.

Практика: Подключение дополнительных модулей или компонентов мультироторного беспилотного летательного аппарата к пинам GPIO.

Тема 44. Использование GPIO (General-Purpose Input/Output) на Raspberry Pi для подключения внешних устройств.

Теория: что такое GPIO? Распиновка GPIO. Управление пинами GPIO. Чтение и вывод данных с GPIO.

Практика: Подключение дополнительных модулей или компонентов мультироторного беспилотного летательного аппарата к пинам GPIO.

Тема 45. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования лазерного дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата.

Теория: Принцип работы лазерного дальномера. Подключение модуля лазерного дальномера к Raspberry Pi. Чтение и обработка полученных данных с лазерного дальномера.

Практика: Чтение и использование данных, полученных с лазерного дальномера в программировании режима автономного полета.

Тема 46. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования лазерного дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата.

Теория: Принцип работы лазерного дальномера. Подключение модуля лазерного дальномера к Raspberry Pi. Чтение и обработка полученных данных с лазерного дальномера.

Практика: Чтение и использование данных, полученных с лазерного дальномера в программировании режима автономного полета.

Тема 47. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования лазерного дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата.

Теория: Принцип работы лазерного дальномера. Подключение модуля лазерного дальномера к Raspberry Pi. Чтение и обработка полученных данных с лазерного дальномера.

Практика: Чтение и использование данных, полученных с лазерного дальномера в программировании режима автономного полета.

Тема 48. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования ультразвукового дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Теория: Принцип работы ультразвукового дальномера. Подключение модуля ультразвукового дальномера к Raspberry Pi. Чтение и обработка данных с ультразвукового дальномера.

Практика: Чтение и использование данных, полученных с ультразвукового дальномера, в программировании режима автономного полета.

Тема 49. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования ультразвукового дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Теория: Принцип работы ультразвукового дальномера. Подключение модуля ультразвукового дальномера к Raspberry Pi. Чтение и обработка данных с ультразвукового дальномера.

Практика: Чтение и использование данных, полученных с ультразвукового дальномера, в программировании режима автономного полета.

Тема 50. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования сервопривода в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата.

Теория: Принцип работы сервопривода. Понятие широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Библиотеки для работы с сервоприводами. Применение сервоприводов в автономном полете.

Практика: Программирование Raspberry Pi для управления сервоприводами. Создание алгоритма для применения сервоприводов в автономном полете.

Тема 51. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования сервопривода в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата.

Теория: Принцип работы сервопривода. Понятие широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Библиотеки для работы с сервоприводами. Применение сервоприводов в автономном полете.

Практика: Программирование Raspberry Pi для управления сервоприводами. Создание алгоритма для применения сервоприводов в автономном полете.

Тема 52. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования магнитных и механических захватов в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Теория: Виды захватов. Применение магнитных и механических захватов в режиме автономного полета.

Практика: Программирование Raspberry Pi для управления магнитными и механическими захватами.

Тема 53. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования магнитных и механических захватов в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Теория: Виды захватов. Применение магнитных и механических захватов в режиме автономного полета.

Практика: Программирование Raspberry Pi для управления магнитными и механическими захватами.

Тема 54. Подключение, настройка и программирование на языке Python использования магнитных и механических захватов в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Теория: Виды захватов. Применение магнитных и механических захватов в режиме автономного полета.

Практика: Программирование Raspberry Pi для управления магнитными и механическими захватами.

Тема 55. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию

Теория: Изучение полетного задания.

Практика: Программирование алгоритмов автономного полета в рамках полетного задания.

Тема 56. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию

Теория: Изучение полетного задания.

Практика: Программирование алгоритмов автономного полета в рамках полетного задания.

Тема 57. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию

Теория: Изучение полетного задания.

Практика: Программирование алгоритмов автономного полета в рамках полетного задания.

Тема 58. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию

Теория: Изучение полетного задания.

Практика: Программирование алгоритмов автономного полета в рамках полетного задания.

Тема 59. Распознавание цветов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанного цвета

Теория: Порядок программирования на языке Python мультироторного беспилотного летательного аппарата для распознавания цветов.

Практика: Написание кода на распознавание цвета и выполнение задачи. Запуск коптера.

Тема 60. Распознавание цветов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанного цвета

Теория: Порядок программирования на языке Python мультироторного беспилотного летательного аппарата для распознавания цветов.

Практика: Написание кода на распознавание цвета и выполнение задачи. Запуск коптера.

Тема 61. Распознавание цветов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанного цвета

Теория: Порядок программирования на языке Python мультироторного беспилотного летательного аппарата для распознавания цветов.

Практика: Написание кода на распознавание цвета и выполнение задачи. Запуск коптера.

Тема 62. Распознавание QR-кодов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанной информации в QR-коде.

Теория: Порядок программирования на распознавание QR-кода. Алгоритмы распознавания QR-кодов.

Практика: Написание кода на языке Python на распознавание QR-кода и выполнение задачи. Запуск беспилотного летательного аппарата.

Тема 63. Распознавание QR-кодов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанной информации в QR-коде.

Теория: Порядок программирования на распознавание QR-кода. Алгоритмы распознавания QR-кодов.

Практика: Написание кода на языке Python на распознавание QR-кода и выполнение задачи. Запуск беспилотного летательного аппарата.

Тема 64. Распознавание QR-кодов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанной информации в QR-коде.

Теория: Порядок программирования на распознавание QR-кода. Алгоритмы распознавания QR-кодов.

Практика: Написание кода на языке Python на распознавание QR-кода и выполнение задачи. Запуск беспилотного летательного аппарата.

Раздел 5. Подготовка к соревнованиям в области автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата

Тема 65. Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам из "Национальной технологической олимпиады".

Практика: Разбор и выполнение заданий по профилю "Беспилотные авиационные системы" "Национальной технологической олимпиады".

Тема 66. Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам из "Национальной технологической олимпиады".

Практика: Разбор и выполнение заданий по профилю "Беспилотные авиационные системы" "Национальной технологической олимпиады".

Тема 67. Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам из "Национальной технологической олимпиады".

Практика: Разбор и выполнение заданий по профилю "Беспилотные авиационные системы" "Национальной технологической олимпиады".

Тема 68. Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы"

Практика: Разбор и выполнение заданий по беспилотным автономным авиационным системам из Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы".

Тема 69. Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы"

Практика: Разбор и выполнение заданий по беспилотным автономным авиационным системам из Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы".

Тема 70. Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы"

Практика: Разбор и выполнение заданий по беспилотным автономным авиационным системам из Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы".

Тема 71. Аттестация по итогам освоения программы.

Практика: Автономный полет (Приложение 4)

Тема 72. Рефлексия и обмен опытом, планирование траектории развития

Практика: Подведение итогов образовательной программы, обмен впечатлениями об участии в конкурсе. Обсуждение слабых и сильных сторон разработанных проектов, обсуждение траектории дальнейшего развития проектов и способов их улучшения.

1.5 Учебный план

№	Наименование раздела, темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Раздел 1. Введение в автономные полеты мультироторных беспилотных летательных аппаратов	8	0	8	
1.	Общий инструктаж по технике безопасности	2	-	2	Входящий контроль: опрос
2.	Автономные полеты: вчера, сегодня, завтра. Понятие автономного полета. Различие автономных полетов по уровню автоматизации.	2	-	2	Текущий контроль: опрос
3.	Устройство автономного мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер"	2	-	2	Текущий контроль: электронное тестирование
4.	Особенности эксплуатации и обслуживания мультироторных беспилотных летательных аппаратов	2	-	2	Текущий контроль: опрос
2	Раздел 2. Подготовка мультироторного беспилотного летательного аппарата к автономному полету	4	18	22	
5.	Техника безопасности при летной эксплуатации.	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная

					работа
6.	Визуальное программирование TRIK. Взлет-Миссия-Посадка	1	1	2	Текущий контроль: опрос
7.	Визуальное программирование TRIK. Взлет-Миссия-Посадка	-	2	2	Текущий контроль: опрос
8.	Программирование датчиков на квадрокоптере. Плата подключения доп. модулей	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
9.	Программирование датчиков на квадрокоптере. Плата подключения доп. модулей	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
10.	Автономный полет	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
11.	Автономный полет	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
12.	Локальная система навигации (LPS).	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
13.	Локальная система навигации (LPS).	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
14.	Знакомство с автопилотом квадрокоптера.	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
15.	Знакомство с автопилотом квадрокоптера.	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
3	Раздел 3. Симулятор GAZEBO для программирования автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	4	12	16	
16.	Виртуализация и запуск GAZEBO.	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
17.	Виртуализация и запуск GAZEBO.	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
18.	Упрощенное программирование на языке Python автономного полета в	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная

	среде GAZEBO				работа
19.	Упрощенное программирование на языке Python автономного полета в среде GAZEBO	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
20.	Программирование на языке Python автономного полета по маркерной системе координат в среде GAZEBO	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
21.	Программирование на языке Python автономного полета по маркерной системе координат в среде GAZEBO	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
22.	Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер" в среде GAZEBO	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
23.	Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер" в среде GAZEBO	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
4	Раздел 4. Программирование автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	24	56	80	
24.	Полетный контроллер COEX Pix.	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
25.	Полетный контроллер COEX Pix.	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
26.	Техника безопасности при летной эксплуатации.	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
27.	Вспомогательный компьютер для автономного полета на основе Raspberry Pi. Промежуточная аттестация. Тест. Смотреть приложение 3	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
28	Вспомогательный компьютер для автономного полета на основе Raspberry Pi. Промежуточная аттестация. Тест. Смотреть приложение 3	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
28.	Вспомогательный компьютер для автономного полета на основе Raspberry Pi. Промежуточная аттестация. Тест. Смотреть приложение 3	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
30.	Основные команды при работе с	1	1	2	Текущий контроль:

	файлами в *nix-системах				самостоятельная работа
31.	Основные команды при работе с файлами в *nix-системах	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
32.	Автоматическая проверка корректности настроек и работы подсистем мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер". Подключение к видеопотоку "Клевер" через браузер	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
33.	Автоматическая проверка корректности настроек и работы подсистем мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер". Подключение к видеопотоку "Клевер" через браузер	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
34.	Автоматическая проверка корректности настроек и работы подсистем мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер". Подключение к видеопотоку "Клевер" через браузер	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
35.	Виды навигации. Системы координат. Настройка камеры. Навигация по технологии Optical Flow. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата (simple_offboard)	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
36.	Виды навигации. Системы координат. Настройка камеры. Навигация по технологии Optical Flow. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата (simple_offboard)	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
37.	Виды навигации. Системы координат. Настройка камеры. Навигация по технологии Optical Flow. Упрощенное программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата (simple_offboard)	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
38.	ArUco маркеры. Распознавание маркеров. Навигация по карте маркеров. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» по	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа

	маркерной системе координат				
39.	ArUco маркеры. Распознавание маркеров. Навигация по карте маркеров. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» по маркерной системе координат	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
40.	ArUco маркеры. Распознавание маркеров. Навигация по карте маркеров. Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата «Клевер» по маркерной системе координат	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
41.	Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер"	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
42.	Управление свечением светодиодной ленты мультироторного беспилотного летательного аппарата "Клевер"	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
43.	Использование GPIO (General-Purpose Input/Output) на Raspberry Pi для подключения внешних устройств	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
44.	Использование GPIO (General-Purpose Input/Output) на Raspberry Pi для подключения внешних устройств	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
45.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования лазерного дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
46.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования лазерного дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
47.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования лазерного дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
48.	Подключение, настройка и	1	1	2	Текущий контроль:

	программирование на языке Python использования ультразвукового дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата				самостоятельная работа
49.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования ультразвукового дальномера для определения дистанции до объекта в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	-	2		Текущий контроль: самостоятельная работа
50.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования сервопривода в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
51.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования сервопривода в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
52.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования магнитных и механических захватов в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
53.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования магнитных и механических захватов в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
54.	Подключение, настройка и программирование на языке Python использования магнитных и механических захватов в режиме автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
55.	Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
56.	Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа

	согласно выданному полетному заданию				
57.	Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
58.	Программирование на языке Python автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата согласно выданному полетному заданию	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
59.	Распознавание цветов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанного цвета	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
60.	Распознавание цветов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанного цвета	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
61.	Распознавание цветов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанного цвета		2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
62.	Распознавание QR-кодов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанной информации в QR-коде.	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
63.	Распознавание QR-кодов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанной информации в QR-коде.	1	1	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
64.	Распознавание QR-кодов. Программирование на языке Python логики поведения мультироторного беспилотного летательного аппарата в зависимости от распознанной информации в QR-коде.	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа

5	Раздел 5. Подготовка к соревнованиям в области автономного полета мультироторного беспилотного летательного аппарата	0	18	18	
65.	Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам из "Национальной технологической олимпиады"	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
66.	Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам из "Национальной технологической олимпиады"	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
67.	Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам из "Национальной технологической олимпиады"	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
68.	Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы"	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
69.	Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы"	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
70.	Разбор заданий по беспилотным автономным авиационным системам Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству "Профессионалы"	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
71.	Аттестация по итогам освоения программы. Автономный полет.	-	2	2	Текущий контроль: самостоятельная работа
72.	Рефлексия и обмен опытом, планирование траектории развития	-	2	2	Беседа
	ИТОГО	40	104	144	

1.6 Планируемые результаты

Предметные:

- знать как устроен мультироторный БПЛА «Клевер»;
- изучить особенности эксплуатации и обслуживания мультироторных беспилотных летательных аппаратов;
- знать правила техники безопасности эксплуатации мультироторного беспилотного летательного аппарата;
- знать способы навигации мультироторных беспилотных летательных аппаратов;

- владеть навыками программирования автономных полетов мультироторного беспилотного летательного аппарата на языке Python;
- ориентироваться в интерфейсе симулятора Gazebo

Метапредметные:

- владеть навыком инженерного мышления;
- владеть навыками исследовательской и проектной деятельности;
- участие в соревнованиях муниципального, регионального и федерального уровней;
- приобрести опыт программирования мультироторного беспилотного летательного аппарата для автономного полета в индивидуальной, групповой и коллективной учебно-познавательной деятельности.

Личностные:

- уметь выстраивать эффективные коммуникации при работе в паре, коллективе;
- уметь принимать самостоятельные решения при выполнении задач;
- личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию
- к получению профессий, связанных с программированием БПЛА для автономного полета.

РАЗДЕЛ 2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1 Календарный учебный график

Год обучения	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
2025-2026 учебный год	36	144	4 академических часа в неделю. 2 раза по 2 часа (академический час – 40 мин.)

Начало учебных занятий для обучающихся (в текущем учебном периоде) - 02.09.2025г.

Окончание (в текущем учебном периоде) – 31.05.2026г.

2.2 Условия реализации программы

Занятия проходят в помещении с оптимальными условиями, отвечающими требованиям СанПиН.

Для реализации учебных занятий используется следующее оборудование и материалы:

Наименование	Количество (из расчета на 16 обучающихся), шт.
Столы для обучающихся, двухместные	8
Стол педагога	1
Стулья	16
Шкаф для хранения конструкторов, работ детей	2
Классная доска	1
Персональный компьютер (ноутбук)	8
Программное обеспечение Pioneer Station, TRIK	1/ 1
Программное обеспечение Gazebo	1/1
Набор конструктора БПЛА	8
Набор инструментов и материалов	8
Набор для пайки	8
Проектор	1
Столы для обучающихся, двухместные (для практ. работ)	4

Методическое обеспечение:

- альбомы;

- фотоматериалы;
- слайд-фильмы;
- учебные фильмы;
- инструкции по настройке оборудования;
- учебная и техническая литература;
- набор цифровых образовательных ресурсов – дидактические материалы, интерактивные тесты, видеоматериалы.

Кадровое обеспечение программы

Для реализации программы привлекаются педагоги, имеющие профильное техническое образование с профессиональной переподготовкой в области педагогики или педагогические работники, прошедшие курсы повышения квалификации по данному направлению.

Требования к образованию и обучению педагога – высшее или среднее профессиональное образование, профиль которого соответствует направленности дополнительной общеразвивающей программы; педагогическое образование и/или курсы переподготовки, соответствующие направленности дополнительной общеразвивающей программы, обладающий достаточными специальными знаниями и навыками по специфике программы.

Особые условия допуска к работе – успешное прохождение ежегодных курсов повышения квалификации; прохождение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров; отсутствие ограничений на занятие педагогической деятельностью.

Необходимые умения – осуществлять деятельность по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе; создавать условия для успешного освоения обучающимися программы; устанавливать и использовать на занятиях педагогически обоснованные формы, методы и технологии; готовить обучающихся к участию в конкурсах и мероприятиях технической направленности дополнительного образования; анализировать результаты образовательной деятельности; эффективно взаимодействовать с коллективом.

Необходимые знания – нормативно-правовая база в области образования; техники и приемы общения, вовлечения в деятельность; принципы и приемы представления дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы.

2.3 Формы аттестации

Для определения результатов освоения адаптированной дополнительной общеразвивающей программы «Автономные БПЛА. Продвинутый уровень» разработана система контроля, который предусматривает мониторинг уровня подготовки обучающихся на всех этапах реализации программы.

Виды и формы контроля:

1. Входной контроль (входная диагностика) с целью оценки общего уровня подготовки каждого обучающегося. Для входного контроля используется фронтальный опрос в ходе ознакомления с оборудованием, а также педагогическое наблюдение за активностью обучающихся в групповых обсуждениях.

2. Текущий контроль – осуществляется по мере изучения тем, разделов программы. Формами могут быть фронтальный опрос, тесты по теоретическому материалу, оценивание уровня самостоятельности при выполнении практической работы и своевременность её выполнения, соревнование, презентация проектов, выставка, демонстрация моделей, открытое занятие, портфолио и др.

3. Промежуточная аттестация – проводится по итогам 1 полугодия обучения в форме тестирования. Результаты контроля заносятся в оценочный лист итоговой аттестации (Приложение 1).

4. Аттестация по итогам освоения программы проводится в форме оценивания самостоятельного выполнения практических заданий. Результаты контроля заносятся в оценочный лист итоговой аттестации (Приложение 1).

Выполнение работы оценивается по следующим критериям:

«зачет»/ «отлично» - обучающийся самостоятельно выполняет все задачи на высоком уровне, его работа отличается оригинальностью идеи, грамотным исполнением и творческим подходом.

«зачет»/ «хорошо» - обучающийся справляется с поставленными перед ним задачами, но прибегает к помощи преподавателя. Работа выполнена, но есть незначительные ошибки.

«зачет»/ «удовлетворительно» - обучающийся выполняет задачи, но делает грубые ошибки (по невнимательности или нерадивости). Для завершения работы необходима постоянная помощь преподавателя.

«незачет»/ «неудовлетворительно» - обучающийся не может выполнять работу.

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов: журнал посещаемости, материалы тестирования, протоколы соревнований, фототчеты.

Обучающиеся, успешно освоившие дополнительную общеобразовательную общеразвивающую программу выдается свидетельство.

2.4 Оценочные материалы

На занятиях применяется поурочный, тематический и итоговый контроль. Уровень освоения материала выявляется в беседах, в выполнении практических и творческих заданий, в форме тестовых заданий, разно уровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач, в форме демонстрации самостоятельно разработанного проекта, решение кейсов.

К используемым по программе методам контроля и самоконтроля относятся: устный, письменный, лабораторно-практический, самоконтроль.

В течение года ведется индивидуальное педагогическое наблюдение за результатами освоения программы каждого обучающегося.

3 балла (высокий уровень) – высокий уровень развития компетенции. Обучающийся (его знания, умения) выделяются на общем фоне своей успешностью (оригинальностью, качеством).

2 балла (средний уровень) – промежуточный уровень.

1 балл (низкий уровень) – трудности в понимании заданий и учебного материала; низкий уровень развития компетенции, недостаточная активность.

2.5 Методические материалы

Краткое описание методики работы по программе включает в себя:

- методы обучения (словесные, наглядные, практические, объяснительно-иллюстративные, интегрированные, метод сравнения, репродуктивный, частично-поисковый, аналитический, дедуктивный, исследовательский, проблемный, игровой, дискуссионный, проектный и др.) и воспитания (убеждение, поощрение, упражнение, стимулирование, мотивация, метод положительного примера и др.);
- формы организации образовательного процесса: индивидуальная, индивидуально-групповая и групповая;
- формы организации учебного занятия – кейс-метод, защита проектов, беседа, выставка, игра, конкурс, круглый стол, лабораторное занятие, лекция, мастер-класс, «мозговой штурм», олимпиада, открытое занятие, практическое занятие, презентация, семинар, соревнование, тренинг, экскурсия, эксперимент, работа с первоисточниками и литературой, объяснение материала, моделирование и др.;
- образовательные (педагогические) технологии – технология индивидуализации обучения, технология группового обучения, технология коллективного взаимообучения, технология программированного обучения, технология модульного обучения, технология блочно-модульного обучения, технология дифференцированного обучения, технология развивающего обучения, технология проблемного обучения, технология исследовательской деятельности,

технология проектной деятельности, технология игровой деятельности, коммуникативная технология обучения, технология коллективной творческой деятельности, технология решения изобретательских задач, здоровьесберегающая технология, технология-дебаты, технология трудового обучения и воспитания, технология интеллектуального образования и др.

- дидактические материалы – раздаточные материалы, инструкционные материалы, примеры заданий и упражнений, образцы изделий и т.п.

Программа может реализовываться в каникулярное время с корректировкой учебного плана и содержания программы.

2.6 Воспитательный компонент

Общей **целью воспитания** в ГБУ ДО ДЮТТ является формирование у обучающихся духовно-нравственных ценностей, способности к осуществлению ответственного выбора собственной индивидуальной образовательной траектории, способности к успешной социализации в обществе.

Достижению поставленной цели воспитания будет способствовать решение следующих **основных задач**:

- поддерживать и развивать традиции учреждения, коллективные творческие формы деятельности, реализовать воспитательные возможности ключевых дел ГБУ ДО ДЮТТ, формировать у обучающихся чувство солидарности и принадлежности к образовательному учреждению;
- реализовывать воспитательный потенциал общеобразовательных общеразвивающих программ и возможности учебного занятия и других форм образовательных событий;
- развивать социальное партнерство как один из способов достижения эффективности воспитательной деятельности в ГБУ ДО ДЮТТ;
- организовывать работу с семьями обучающихся, их родителями или законными представителями, активно их включать в образовательный процесс, содействовать формированию позиции союзников в решении воспитательных задач;
- использовать в воспитании детей возможности занятий по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам как источник поддержки и развития интереса к познанию и творчеству;
- содействовать приобретению опыта личностного и профессионального самоопределения на основе личностных проб в совместной деятельности и социальных практиках;
- формировать сознательное отношение обучающихся к своей жизни, здоровью, здоровому образу жизни, а также к жизни и здоровью окружающих людей.
- создавать инновационную среду, формирующую у детей и подростков изобретательское, креативное, критическое мышление через освоение дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ нового поколения в области инженерных и цифровых технологий;
- повышать разнообразие образовательных возможностей при построении индивидуальных образовательных траекторий (маршрутов) обучающихся;
- оптимизировать систему выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и подростков, направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию обучающихся.

Условия воспитания: Воспитательный процесс осуществляется в условиях организации деятельности детского коллектива на основной учебной базе реализации программы в организации дополнительного образования детей в соответствии с нормами и правилами работы организации.

Мероприятия по взаимодействию с родителями: проведение родительских собраний, совместных праздников, мастер-классов и т.д., а также участие родителей в проектной деятельности, в разработке и защите проектов вместе с ребенком.

Взаимодействие педагога с родителями

№ п/п	Формы взаимодействия	Тема	Сроки
----------	-------------------------	------	-------

1.	Родительское собрания.	Особенности образовательной программы «Автономные БПЛА. Продвинутый уровень». Дистанционно.	Сентябрь 2025 г.
2.	Совместные мероприятия.	Мастер-класс	Декабрь, май 2025- 2026г.
3.	Индивидуальные и групповые консультации.	В течение учебного года	2025-2026г.

Примерный перечень мероприятий

Сроки	Уровень проведения соревнований	Название соревнований
Сентябрь	Региональный	Проведение «Урока безопасности и навыков безопасного поведения в Интернете, информационной безопасности, повышение правовой грамотности»
Ноябрь-декабрь	Всероссийский	Открытый заочно-очный конкурс для детей «ИКаР_БАС». Большой всероссийский фестиваль детского и юношеского творчества.
Апрель	Всероссийский	День космонавтики
Май	Региональный	Создание законченных проектно- конструкторских решений в режиме соревнований «Кибердром».
Май	Всероссийский	«Урок Победы»

2.7 Информационные ресурсы и литература

Список литературы для педагога:

1. Беспилотные летательные аппараты, электромагнитная математические модели систем стабилизации: монография. — Москва: ИНФРА, 2021,180 с.
2. Даль Э. Н.: Электроника для детей. Собираем простые схемы, экспериментируем с электричеством: практическое руководство. — Москва: «Манн, Иванов и Фербер», 2019.
3. Мамичев Д.И.: Простые роботы своими руками, или несерьёзная электроника: пособие для учителя. — Москва: Солон-пресс, 2020.
4. Овчинников, В. В. Производство деталей летательных аппаратов: учебник. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021.
5. Быков, А. И. Риски, вызванные массовым использованием беспилотных летательных системы / А. И. Быков , Вестник института: преступление, наказание, исправление. — 2018.
6. Грингард, С. Интернет вещей: Будущее уже здесь. -Москва : Альпина Паблишер, 2020.
7. Филиппов С. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление. – Лаборатория знаний, 2019
8. Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – Санкт-Петербург:БХВ-Петербург, 2021.

Интернет-ресурсы:

1. Беспилотные летательные аппараты <https://www.studmed.ru/science/voennye-discipliny/oruzhie-i-voennaya-tehnika/aviation/unmanned> (дата обращения: 13.08.2025)
2. Содержание и методика физической подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов [https://vifk.mil.ru/upload/site49/document_file/Avtoreferat\(2\).pdf](https://vifk.mil.ru/upload/site49/document_file/Avtoreferat(2).pdf) (дата обращения: 15.06.2024)

3. Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации <https://baumanka.pashinin.com/IU2/> (дата обращения: 13.08.2025)
4. Геоскан Пионер Документация <https://docs.geoscan.ru/pioneer/> (дата обращения: 13.08.2025)
5. Клевер <https://clover.coex.tech/ru/> (дата обращения: 13.08.2025)

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Название программы: _____

Группа: _____

Педагог: _____

ВРЕМЯ: _____

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА: _____

№	ФИО	Теоретические знания	Практические умения	Оценка	Примечания
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					

3 балла (высокий уровень) – высокий уровень развития компетенции. Обучающийся (его знания, умения) выделяются на общем фоне своей успешностью (оригинальностью, качеством).

2 балла (средний уровень) – промежуточный уровень.

1 балл (низкий уровень) – трудности в понимании заданий и учебного материала; низкий уровень развития компетенции, недостаточная активность.

Оформление листа внесения изменений в программу

«СОГЛАСОВАНО»

Заведующий учебной части/методист

_____/_____
«__» _____ 202__ г.

Лист изменений в программе на 202__ г.

	Раздел программы	Внесённые изменения
1.	Титульный лист	
2.	Пояснительная записка	
3.	УП и содержание программы	
4.	Календарный учебный график	
5.	Условия реализации программы	
6.	Формы аттестации. Оценочные материалы	
7.	Методическое обеспечение	
8.	Список литературы	

Все изменения программы рассмотрены и одобрены на заседании педагогического / методического совета «ДТ «Кванториум» г. Челябинск»

«__» _____ 202__ г., протокол № ____ .

Тест промежуточной аттестации

- 1) **Как называется коптер с 6 моторами?**
 1. Пентакоптер
 2. Октокоптер
 3. Трикоптер
 4. Гексакоптер
- 2) **Где расположены датчики, отвечающие за определение положения коптера в пространстве?**
 1. В регуляторе оборотов
 2. В плате распределения питания
 3. В полетном контроллере
 4. В пульте радиоуправления
- 3) **Пропеллер с каким количеством лопастей создает наибольшую подъемную силу**
 1. 2
 2. 3
 3. 4
 4. Подъемная сила не зависит от количества лопастей
- 4) **Какие моторы чаще всего используются в коптерах?**
 1. Коллекторные
 2. Асинхронные
 3. Бесколлекторные
 4. Синхронные
- 5) **Что необходимо использовать для работы бесколлекторного двигателя?**
 1. Систему охлаждения
 2. Стабилизатор напряжения
 3. Регулятор оборотов
 4. Виброразвязку
- 6) **Какая характеристика аккумуляторов влияет на скорость вращения моторов?**
 1. Емкость
 2. Максимальный разрядный ток
 3. Напряжение
 4. Токоотдача
- 7) **Как обозначается трехбаночный аккумулятор?**
 1. 3C
 2. 3S
 3. 3V
 4. 3G
- 8) **Что является “мозгом” коптера?**
 1. Регулятор оборотов (ESC).
 2. Плата распределения питания
 3. Полетный контроллер
 4. Радиоприемник
- 9) **Какое минимальное количество каналов управления нужно для квадрокоптера?**
 1. 2
 2. 4
 3. 6
 4. 8
- 10) **Как обозначается угол крена?**
 1. throttle
 2. roll
 3. force
 4. spin
- 11) **Куда передаются сигналы с радиоприемника в квадрокоптера?**
 1. На регуляторы оборотов
 2. На моторы
 3. На полетный контроллер
 4. На плату распределения питания

12) Как называется процедура разблокировки моторов коптера?

1. Disarm
2. Kill Switch
3. Arm
4. FPV

13) К каким типам языков относится Python?

1. Компилируемый
2. Низкоуровневый
3. Объектно-ориентированный
4. Высокоуровневый

14) Укажите верные обозначения логической истины.

1. 1
2. 0
3. True
4. False

Балл	«0»	«1»	«2»	«3»
Уровень	Н/А	Низкий	Средний	Высокий
Количество верных ответов	0-3	4-7	8-11	12-14

Задание итоговой аттестации

Пролететь реальную трассу, выполнив задачу педагога, в автономном режиме - по определенной траектории, которая будет известна на кануне аттестации.