УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ КОЛПАШЕВСКОГО РАЙОНА
МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 7 ИМЕНИ ГЕРОЯ СОВЕТСКОГО СОЮЗА НИКОЛАЯ ГЕРАСИМОВИЧА БАРЫШЕВА» Г.КОЛПАШЕВО

ПРИНЯТА
на педагогическом совете
Протокол № 5 от 25.09.2024

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2B8B54EABE9A1289B0F6AB3D175E5950
Владелец: Жукова Инна Витальевна
Действителен: с 05.09.2023 до 28.11.2024

УТВЕРЖДАЮ
Директор МАОУ «СОШ №7
им. Н.Г.Барышева»
_____ Жукова И.В.
Приказ от 25.09.2024г. № 282

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
технической направленности

«Основы управления БЛА»

Возраст обучающихся: 17-18 лет
Срок реализации: 1 год

Автор – составитель:
Ю.В.Арефьев, руководитель кружка

г. Колпашево 2024 год

АННОТАЦИЯ
к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
« Основы управления БЛА»

Организация: МАОУ «СОШ №7им. Н.Г. Барышева»
Адрес организации: Томская обл., Колпашево г. Геолог мкр. 20
Телефон: (838254**)** 5-20-45
Должность составителя: педагог дополнительного образования
Целевые группы: обучающиеся 17-18 лет
Цель программы: повышение интереса детей к аэро-направлению, содействие им в профессиональном самоопределении. Повышение охвата обучающихся Томской области дополнительным образованием в направлении АЭРО.
Направленность: техническая
Вид программы: модифицированная
Уровень программы: разноуровневая
Срок реализации программы: 1 год
Уровень реализации: среднее общее
Способ освоения: творческий

Необходимость разработки и внедрения данной программы основана на потребности ранней подготовки кадров для беспилотной отрасли региона согласно Национальному проекту «Беспилотные авиационные системы в Томской области».

Беспилотные технологии сегодня являются прорывными, их широкомасштабное внедрение в различные отрасли экономики приведет к созданию новых рынков и возможностей, изменит некоторые привычные сферы деятельности.

Программа направлена на повышение интереса детей к аэро-направлению, содействие им в профессиональном самоопределении; повышение охвата обучающихся Томской области дополнительным образованием в направлении АЭРО, а также на повышение доступности оборудования для обучающихся сельских школ.

Обучающиеся приобретут важные практико-ориентированные компетенции: изучат основные типы БПЛА, симуляторы полета, основные принципы управления, структуру и состав БПЛА; основы конструирования, моделирования и программирования БПЛА, принципы сборки беспилотных аппаратов на основе конструкторской документации и обучатся навыкам пилотирования.

Раздел № 1. Комплекс основных характеристик программы

Программа разработана на основании нормативно-правовых документов:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в действующей редакции),
- Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г № 678-р,
- Приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Стратегией развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2023 г. № 1630-р.
- Методическими рекомендациями по разработке, содержанию, утверждению и мониторингу программ развития беспилотной авиации в субъектах российской федерации (письмо Министерства промышленности и торговли РФ) от 16.18.2023 г. № ОВ-86204/12
- Концепцией научно-технологического развития РФ до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р;
- Стратегией научно-технологического развития РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 28.02.2024 г. № 145.
- Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года", утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р г. Москва.
- Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 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» (зарегистрирован 18.12.2020 № 61573).
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21», «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21», «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (вместе с «СанПиН 1.2.3685-21. Санитарные правила и нормы...) (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62296) (таблица 6.6.).

Пояснительная записка

Направленность (профиль) программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы управления БЛА» имеет техническую направленность**.** Данная программа позволяет формировать основы технического творчества, навыки начального моделирования и программирования у детей среднего и старшего школьного возраста.

Актуальность программы

Беспилотные технологии сегодня являются прорывными, их широкомасштабное внедрение в различные отрасли экономики приведет к созданию новых рынков и возможностей, изменит некоторые привычные сферы деятельности. Уже очевидны преимущества беспилотных авиационных систем перед альтернативными методами в сельском хозяйстве, мониторинговых задачах, логистике, использовании пограничной службой для борьбы с нарушителями государственной границы, в поимке браконьеров. Беспилотные технологии позволяют повысить эффективность обороны страны и снизить издержки в различных отраслях экономики.

Сегодня существует дефицит кадров практически всех специалистов, начиная с операторов БПЛА, а также инженеров по эксплуатации, техников, материаловедов в области беспилотных технологий. Требуются квалифицированные кадры и налаженное производство.

Отличительные особенности программы

Отличительная особенность программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в беспилотной авиации. Образовательная программа призвана расширить культурное пространство для самореализации, самоактуализации и саморазвития личности, стимулировать обучающегося к творчеству, создать каждому ребенку благоприятную почву для профессиональной ориентации, развития личностных качеств, становлению его как субъекта собственной жизни

Адресат программы

Программа предназначена для детей 17 – 18 лет, проявляющих интерес к техническому творчеству, без специальных знаний и навыков. Возрастные особенности обучающихся позволяют освоить материал дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программа «Основы управления БЛА» в полном объеме. Для поддержания постоянного интереса обучающихся к занятиям учитываются возрастные особенности детей, степень их подготовленности и заинтересованности.

Объем и срок реализации программы

Общее количество часов, необходимых для прохождения программы, – 68.

Срок обучения – 1 год.

Форма обучения

Программа «Основы управления БЛА» предусматривает очную форму обучения.

Реализация дополнительной общеобразовательной программы или её частей в дни возможного непосещения занятий обучающимися по неблагоприятным погодным и эпидемиологическим условиям по усмотрению родителей (законных представителей) и в дни, пропущенные по болезни и/или в период карантина организовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Основной формой являются групповые занятия. Во время работы с оборудованием применяется работа парами, командами, в которых роль одним отводится как конструкторам, а другим – программистам.

После сборке и программированию оборудования предусмотрена творческая проектная работа, игры, внутренние соревнования, выставки.

Особенности организации образовательного процесса

Образовательный процесс в группах построен в соответствии с нормативными документами и отражает в первую очередь потребность обучающихся в получении знаний умений и навыков работы в создании и программировании оборудования БПЛА.

Наполняемость групп составляет 6 обучающихся. Все дети в группе одного возраста, что позволяет им успешно усваивать материал. Состав группы постоянный, что обеспечивает высокое качество работы в коллективе, способствует социализации, созданию комфортной психологической обстановки на занятиях.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Общее количество часов в год – 68;

Количество занятий в неделю – 1 раз в неделю по 2 академических часа;

Продолжительность занятия – 40 минут.

Цель программы:

повышение интереса детей к аэро-направлению, содействие им в профессиональном самоопределении. Повышение охвата обучающихся Томской области дополнительным образованием в направлении АЭРО.

Задачи:

Обучающие:

1. Знакомство со сферой БПЛА.
2. Изучение основных типов БПЛА.
3. Изучение симуляторов полета и основных принципов управления БПЛА.
4. Изучение структуры и состава БПЛА.
5. Изучение основ конструирования, моделирования и программирования БПЛА.
6. Изучение принципов сборки беспилотных аппаратов на основе конструкторской документации.
7. Обучение навыкам пилотирования.

Развивающие:

1. развивать мыслительные, творческие, коммуникативные способности;
2. развивать творческую инициативу и самостоятельность;
3. Выявление, отбор, поддержка и раскрытие потенциала талантливых обучающихся для их последующего вовлечения в деятельность инженерных команд, занимающихся разработкой БПЛА, подготовку к полетам, соревновательную деятельность.

4. Формирование творческой инициативы при разработке технических устройств, способности решать задачи в заданные сроки при разработке БПЛА.

Воспитательные:

1. воспитывать умение работать в команде, эффективно распределять обязанности;
2. воспитывать творческое отношение к выполняемой работе;
3. формировать потребность в творческой деятельности, стремление к самовыражению через техническое творчество.

Содержание программы (*Базовый уровень)*

№ п/п	Наименование модулей	Количество часов			Форма аттестации
			Очных		
		Всего	Теория	Практика	
Модуль 1. Сборка и ремонт БАС (16 часов, 8 занятий по 2 часа)					
1.1	Технологии производства деталей для беспилотных летательных аппаратов: 3D-печать, лазерная резка и моделирование в САПР КОМПАС-3Д	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие технологии используются для производства деталей БАС Практическое задание: Представить 3D-модель детали БАС, созданную с использованием программы САПР КОМПАС-3Д, и объяснить процесс ее производства с использованием аддитивных и производственных технологий, таких как 3D-печать или лазерная резка
1.2	Сборка различных типов БАС (мультироторного / самолетного типа): корпус и двигатели.	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие бывают основные этапы сборки корпуса и установки двигателей Практическое задание: Продемонстрировать собранную деталь корпуса и двигатели для выбранного типа БАС (мультироторного или самолетного) и объяснить процесс сборки.

1.3	Пайка: решение сложных задач	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, почему важно уметь правильно выполнять пайку при работе с электроникой Практическое задание: Выполнить сложные кейсы по пайке, демонстрируя навыки пайки различных элементов электроники.
1.4	Сборка различных типов БАС (мультироторного / самолетного типа): полётный контроллер, радио-передатчики	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том какие шаги включает в себя сборка полётного контроллера и радио-передатчиков Практическое задание: Продемонстрировать собранный полетный контроллер и радио-передатчики для выбранного типа БАС и объяснить процесс сборки.
1.5	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): питание и электроника (датчики, гироскоп, акселерометр)	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие функции выполняют датчики, гироскопы, акселерометры в работе БАС Практическое задание: Продемонстрировать собранное питание и электронику (датчики, гироскоп, акселерометр) для выбранного типа БАС и объяснить процесс сборки
1.6	Сборка различных типов БАС (мультироторного /	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания

	самолетного типа): установка камеры				о том, какие аспекты необходимо учитывать при установке камеры на БАС Практическое задание: Собрать и интегрировать камеру в выбранный тип БАС, объяснив процесс инсталляции.
1.7	Ремонт БАС: Ремкомплекты, инструменты и техника безопасности	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие виды ремонтов могут потребоваться при эксплуатации БАС Практическое задание: Продемонстрировать умение проводить ремонт БАС, представив кейсы по ремонту, используемые ремкомплекты, инструменты и объяснив технику безопасности при ремонте.
1.8	Ремонт БАС: кейсы, ремкомплекты, инструменты и техника безопасности	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, почему важно использовать ремкомплекты и инструменты при проведении ремонтных работ Практическое задание: Продемонстрировать умение проводить ремонт БАС, представив кейсы по ремонту, используемые ремкомплекты, инструменты и объяснив технику безопасности при ремонте.
	Всего по модулю 1	16	8	8	
Модуль 2. Программирование (16 часов, 8 занятий по 2 часа)					
2.1	Введение в программирование	2	1	1	Устный опрос:

	БПЛА на Python и C++. Основы и примеры использования				учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие бывают примеры использования Python и C++ для программирования дронов Практическое задание: Продемонстрировать базовые знания программирования на Python и C++, представив примеры использования языков программирования для управления БПЛА.
2.2	Практические навыки программирования для кейса №1 Работа с данными и командами для управления дроном. Написание кода для взлета, полета и посадки	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие команды необходимо написать для запуска дрона Практическое задание: Написать программный код для запуска, полета и посадки дрона, используя команды для пилотирования, и продемонстрировать его работоспособность.
2.3	Дополнительные команды для программирования дрона Добавление дополнительных точек посадки. Практическое программирование для кейса №1.	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие дополнительные точки посадки могут быть полезны при программировании дрона Практическое задание: Добавить команды для дополнительных точек посадки в программный код управления дроном и продемонстрировать работу с новыми командами.

2.4	Программирование микроконтроллеров на примере Arduino и Raspberry Pi. Практическое программирование для кейса №1 «Захват груза»	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, в чем отличие между программированием на Arduino и Raspberry Pi Практическое задание: Разработать программирование микросхем на примере Arduino или RaspberryPi, представив рабочий пример программы.
2.5	Практическое программирование для кейса №2 «Аэрофотосъемка». Сканирование меток и работа с камерой. Основы технического зрения в программировании дрона	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие методы сканирования меток вы знаете и как они могут быть использованы при программировании дрона Практическое задание: Написать программный код для сканирования меток с использованием камеры дрона и продемонстрировать основы технического зрения в контексте программирования дрона.
2.6	Практическое программирование для кейса №2. Разработка программы для отображения траектории движения коптера.	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какая информация может быть извлечена из анализа траектории полета дрона Практическое задание: Разработать программу, отображающую траекторию движения коптера, и продемонстрировать ее работоспособность.

2.7	Практическое программирование для кейса №2. Программирование	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, как можно организовать групповой полет нескольких дронов Практическое задание: Написать программный код для групповых полетов, где один дрон находит метку, а другой захватывает груз, и продемонстрировать его работу.
2.8	Практическое программирование для кейса №2. Тестирование и отладка программного кода для дронов. Практические приемы и методы исправления ошибок	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, почему важно тестировать и отлаживать программный код перед запуском на дроне Практическое задание: Провести тестирование и отладку программного кода, представив исправленный код и объяснив процесс отладки.
	Всего по модулю 2	16	8	8	
Модуль 3. Отработка навыков пилотирования Геоскан-Пионер (16 часов, 8 занятий по 2 часа)					
3.1	Основы управления программируемыми дронами в симуляторе: безопасность и настройка (на примере Геоскан Пионер, симулятор).	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие основные техники безопасности необходимо учитывать при пилотировании дрона в симуляторе Практическое задание: Продемонстрировать навыки пилотирования программируемых дронов в симуляторе, освоить

					технику безопасности и настройку дрона.
3.2	Практические навыки управления дроном в симуляторе: работа с ROS	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие инструменты используются для работы с ROS при пилотировании дрона Практическое задание: Отработать навыки пилотирования Геоскан Пионер в симуляторе и овладеть инструментами для работы с ROS
3.3	Практические навыки управления дроном в симуляторе: работа с OpenCV	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие инструменты используются для работы с OpenCV при пилотировании дрона Практическое задание: Отработать навыки пилотирования Геоскан Пионер в симуляторе и овладеть инструментами для работы с OpenCV.
3.4	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Программирование автономного полета	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие инструменты используются для написания программного кода автономного полета дрона Практическое задание: Отработать навыки пилотирования Геоскан Пионер в симуляторе и овладеть инструментами для написания программного кода автономного полета коптера.

3.5	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Программирование автономного полета	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие инструменты используются для симуляции автономного полета по написанному коду Практическое задание: Отработать навыки пилотирования Геоскан Пионер в симуляторе и овладеть инструментами для симуляции автономного полета по написанному коду.
3.6	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Инструменты для распознавания Aruco-маркеров	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие инструменты используются для распознавания Aruco-маркеров при пилотировании дрона Практическое задание: Отработать навыки пилотирования Геоскан Пионер в симуляторе и овладеть инструментами для распознавания Aruco-маркеров.
3.7	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие инструменты используются для программирования и симуляции работы светодиодной ленты при пилотировании дрона Практическое задание: Отработать навыки пилотирования Геоскан Пионер в симуляторе и овладеть инструментами для

					программирования и симуляции работы светодиодной ленты.
3.8	Решение кейсов соревнований по программированию дронов в симуляторах	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие основные аспекты необходимо учитывать при решении кейсов соревнований по программированию дронов в симуляторах полетов Практическое задание: Решить кейсы с соревнований по программированию дронов в симуляторах полетов, продемонстрировав свои навыки и знания.
	Всего по модулю 3	16	8	8	
Модуль 4. Кейсы по соревновательной летающей робототехнике (16 часов, 8 занятий по 2 часа)					
4.1	Кейс 1. Захват груза. Введение в кейс. Постановка проектной задачи.	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие основные этапы работы предполагает этот кейс Практическое задание: Выполнить кейс "Захват груза", разработав план решения, собрав команду, выбрав модель манипулятора и организовав безопасную работу. Также они должны овладеть инструментами проектного управления.
4.2	Кейс 1: Захват груза - Разработка 3Д-модели и чертежей	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие основные шаги включает разработка 3D-модели и чертежей

					Практическое задание: Разработать 3D-модели и чертежи для производства деталей манипулятора.
4.3	Кейс 1: Захват груза - Сборка манипулятора	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие критерии были учтены при выборе модели манипулятора Практическое задание: Собрать манипулятор (робо-руку), произведя детали и соединив их с квадрокоптером.
4.4	Кейс 1: Захват груза - Презентация проекта	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие особенности работы манипулятора были продемонстрированы Практическое задание: Представить проект "Захват груза", продемонстрировав работу манипулятора и пилотируя квадрокоптер.
4.5	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Введение	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие основные требования предъявляются к проведению вылета и фотографированию местности и объектов Практическое задание: Ознакомиться с кейсом "Аэрофотосъемка" и техническим заданием. Провести вылет и сделать фотографии местности и объектов.
4.6	Кейс 2:	2	1	1	Устный опрос:

	Аэрофотосъемка - Разработка маршрута полета				учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие этапы включает разработка маршрута полета для аэрофотосъемки Практическое задание: Разработать маршрут полета для аэрофотосъемки.
4.7	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Фотосъемка	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие основные шаги включает процесс фотосъемки Практическое задание: Провести фотосъемку с помощью квадрокоптера.
4.8	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Обработка фотографий	2	1	1	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, каковы основные этапы обработки фотографий после аэрофотосъемки Практическое задание: Обработать фотографии, создать продукт (3D-туры, панорамы) на основе сделанных снимков.
	Всего по модулю 1	16	8	8	
	Итоговая аттестация	**4**			На усмотрение педагога
	Всего по программе	**68**	32	32	

СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Наименование модулей (разделов) и тем	Описание		Компетентностная траектория
		Теория	Практика	
Модуль 1. Сборка и ремонт БАС (16 часов, 8 занятий по 2 часа)				
1.1	Технологии производства деталей для Беспилотных Летательных Аппаратов: 3D-печать, лазерная резка и моделирование в САПР КОМПАС-3Д	Виды производственных технологий, их особенности. основы 3Д-моделирования.	Демонстрация процесса 3D-печати и лазерной резки, возможность создания простых деталей.3Д-моделирование деталей для сборки квадрокоптера (рама, пропеллеры, фюзеляж и крыло (для самолета) и другие детали.	Знать: виды технологий для производства деталей БПЛА (3Д-печать, лазерная резка и тдр.). основные принципы 3Д-моделирования. Уметь: использовать САПР КОМПАС 3Д, моделировать детали для сборки БПЛА; включать оборудование, изготавливать несложные детали.
1.2	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): корпус и двигатели	Разборка и сборка основных компонентов беспилотных аппаратов	Постепенная сборка выбранного типа БАС с объяснением функций каждого компонента	Знать: Виды БАС, виды корпусов, размеры корпусов, виды двигателей, устройство коллекторного и бесколлекторного двигателя, порядок расположения двигателей, Уметь: собирать корпуса мультироторных и самолётных дронов дронов по схеме
1.3	Пайка: решение сложных задач	Основы пайки, виды оборудования и материалов	Практические упражнения по пайке различных электронных компонентов	Знать: ТБ при пайке, виды и назначение используемых материалов Уметь: безопасно использовать паяльник и расходуемые материалы Владеть: техникой пайки при выполнении разных кейсов
1.4	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): полётный контроллер, радио-передатчики	Разборка и сборка основных компонентов беспилотных аппаратов	Постепенная сборка выбранного типа БАС с объяснением функций каждого компонента	Знать:виды передатчиков связи, Протоколы связи связи между приемником и пультом, назначение полетного контроллера, его расписновку. Уметь: подключать полетный контроллер к плате распределения питания. Подключать

				сигнальные провода регуляторов к полетному контроллеру. Подключать приемник радиоуправления. Уметь читать распиновку и data-sheet полетного контроллера.
1.5	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): питание и электроника (датчики, гироскоп, акселерометр)	Разборка и сборка основных компонентов беспилотных аппаратов	Постепенная сборка выбранного типа БАС с объяснением функций каждого компонента	Знать: назначение акселерометра, гироскопа, виды аккумуляторов, параметры аккумуляторов Уметь: подключать питание к плате распределения питания и полётному контроллеру, настройка датчиков в полетном контроллере
1.6	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): установка камеры	Разборка и сборка основных компонентов беспилотных аппаратов	Постепенная сборка выбранного типа БАС с объяснением функций каждого компонента	Знать: виды камер Уметь: подключать камеру к полетному контроллеру
1.7	Ремонт БАС: ремкомплекты, инструменты и безопасность	Основные случаи поломок и методы их устранения	Демонстрация ремонта различных неисправностей, использование ремкомплектов и инструментов, обучение правилам безопасности	Знать: типовые виды неисправностей БАС, ТБ при ремонте, виды инструментов для починки БАС Уметь: Разбираться в типовых видах неисправностей БАС, уметь их правильно исправлять
1.8	Ремонт БАС: кейсы, ремкомплекты, инструменты и безопасность	Основные случаи поломок и методы их устранения	Демонстрация ремонта различных неисправностей, использование ремкомплектов и инструментов, обучение правилам безопасности	Знать: типовые виды неисправностей БАС, ТБ при ремонте, виды инструментов для починки БАС Уметь: Разбираться в типовых видах неисправностей БАС, уметь их правильно исправлять
Модуль 2. Программирование (16 часов, 8 занятий по 2 часа)				
2.1	Введение в программирование БПЛА на Python и C++. Основы и примеры использования	Основы программирования на Python, применение Python в управлении беспилотными аппаратами.	Написание простых программ для управления дроном с использованием Python.	Знать: базовый синтаксис Питон, примеры использования Питон в БАС Уметь: писать простейшие коды на Питоне

2.2	Практические навыки программирования для кейса №1 «Захват груза» Работа с данными и командами для управления дроном. Написание кода для взлета, полета и посадки	Работа с данными, команды для пилотирования, программирование дрона на Python	Написание кода для запуска, полета, посадки дрона, добавление команд для дополнительных точек посадки, программирование микросхем на примере Arduino или Raspberry Pi	Знать: команды для пилотирования Уметь: писать код для для запуска, полета, посадки дрона.
2.3	Дополнительные команды для программирования дрона Добавление дополнительных точек посадки. Практическое программирование для кейса №1 «Захват груза»	Работа с данными, команды для пилотирования, программирование дрона на Python	Написание кода для запуска, полета, посадки дрона, добавление команд для дополнительных точек посадки, программирование микросхем на примере Arduino или Raspberry Pi	Знать: команды для создания точек посадки Уметь: писать код для посадки дрона, умение.
2.4	Программирование микроконтроллеров на примере Arduino и Raspberry Pi. Практическое программирование для кейса №1 «Захват груза»	Работа с данными, команды для пилотирования, программирование дрона на Python	Написание кода для запуска, полета, посадки дрона, добавление команд для дополнительных точек посадки, программирование микросхем на примере Arduino или Raspberry Pi	Знать: что такое Raspberry Pi, Arduino Уметь: писать код на Питоне и на языке Ардуино.
2.5	Практическое программирование для кейса №2 «Аэрологистика склада». Сканирование меток и работа с камерой. Основы технического зрения в программировании дрона	Сканирование меток, работа с камерой, основы технического зрения, разработка программ для отображения траектории движения коптера, программирование групповых полетов.	Написание кода для сканирования меток, разработка программ для групповых полетов, тестирование и отладка программного кода.	Уметь: писать код на Питоне и на языке Ардуино.
2.6	Разработка программы для отображения траектории движения	Сканирование меток, работа с камерой, основы технического зрения, разработка программ для	Написание кода для сканирования меток, разработка программ для групповых полетов,	Знать: что такое траектория полёта, основные команды для управления дроном

	коптера. Кейс № 2. «Аэрологистика склада».	отображения траектории движения коптера, программирование групповых полетов.	тестирование и отладка программного кода.	Уметь: писать код программы для отображения движения, основные алогоритмы
2.7	Кейс № 2. «Аэрологистика склада». Программирование групповых полетов: захват метки и груза	Сканирование меток, работа с камерой, основы технического зрения, разработка программ для отображения траектории движения коптера, программирование групповых полетов.	Написание кода для сканирования меток, разработка программ для групповых полетов, тестирование и отладка программного кода.	Знать: виды манипуляторов, способы захвата груза, вес, масса Уметь: проводить анализ грузоподъёмности дрона, писать программу для захвата груза или метки
2.8	Кейс № 2. «Аэрологистика склада». Тестирование и отладка программного кода для дронов. Практические приемы и методы исправления ошибок	Сканирование меток, работа с камерой, основы технического зрения, разработка программ для отображения траектории движения коптера, программирование групповых полетов.	Написание кода для сканирования меток, разработка программ для групповых полетов, тестирование и отладка программного кода.	Знать: понимание терминов “отладка”, лог файлов, умение пользоваться поиском проблем в интернете Уметь: тестировать отладку программного кода для дронов
Модуль 3. Отработка навыков пилотирования Геоскан-Пионер (16 часов, 8 занятий по 2 часа)				
3.1	Основы управления программируемыми дронами в симуляторе: безопасность и настройка (на примере Геоскан Пионер, симулятор).	Техника безопасности, основы настройки дрона.	Освоение пилотирования дрона в симуляторе (например, Геоскан Пионер).	Знать: инструменты настройки Geoscan Pioneer в Pioneer Station, ТБ. Уметь: настраивать и калибровать Geoscan Pioneer
3.2	Практические навыки управления дроном в симуляторе: работа с ROS	Работа с ROS, OpenCV, написание программного кода для автономного полета.	Практические упражнения по пилотированию в симуляторе, использование инструментов для автономного полета и написания программного кода.	Знать: инструменты работы с ROS Уметь: работать с ROS, работать с командами ROS
3.3	Практические навыки управления дроном в симуляторе: работа с OpenCV	Работа с ROS, OpenCV, написание программного кода для автономного полета.	Практические упражнения по пилотированию в симуляторе, использование инструментов для автономного полета	Знать: основные инструменты работы с OpenCV Уметь: работать с OpenCV, работать с командами OpenCV

			и написания программного кода.	
3.4	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Программирование автономного полета	Работа с ROS, OpenCV, написание программного кода для автономного полета.	Практические упражнения по пилотированию в симуляторе, использование инструментов для автономного полета и написания программного кода.	Знать: основные алгоритмы написания кода для автономного полёта Уметь: прописывать алгоритмы написания кода для автономного полёта, контролировать дрон в автономном полете
3.5	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Программирование автономного полета	Работа с ROS, OpenCV, написание программного кода для автономного полета.	Практические упражнения по пилотированию в симуляторе, использование инструментов для автономного полета и написания программного кода.	Знать: команды для управления полетом в симуляторе OpenCV Уметь: прописывать команды для управления полетом в симуляторе OpenCV, строить траектории полёта
3.6	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Инструменты для распознавания Aruco-маркеров	Принципы работы с Aruco-маркерами.	Отработка навыков распознавания маркеров в симуляторе.	Знать: понятие Aruco-маркеров, методы распознавания маркеров с помощью технического зрения Уметь: прописывать команды для распознавания маркеров
3.7	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты	Принципы программирования светодиодной ленты.	Написание программ для управления светодиодной лентой в симуляторе.	Знать: принцип работы светодиодной ленты, основные команды в Python для программирования светодиодной ленты Уметь: писать команды для светодиодной ленты и передавать сигналы через неё
3.8	Решение кейсов соревнований по программированию дронов в симуляторах	Подходы к решению кейсов, стратегии программирования.	Участие в соревнованиях по программированию дронов в симуляторах.	Знать: виды типовых кейсов на соревнованиях Уметь: решать типовые кейсы из соревнований
Модуль 4. Кейсы по соревновательной летающей робототехнике (16 часов, 8 занятий по 2 часа)				
4.1	Кейс 1. Захват груза.	Знакомство с техническим заданием кейса, техника безопасности, обзор	Выбор подходящей модели, разработка плана решения	Знать: виды манипуляторов, конструкции и их применение. Методы

		аналогов манипулятора. Знакомство с техническим заданием кейса. Техника безопасности.	кейса, организация командной работы. Разработка плана по решению кейса. организация командной работы. Обзор аналогов манипулятора.	проектного управления и командной работы. Уметь: планировать проектную деятельность в команде, проводить обзор аналогов, использовать методы проектного управления.
4.2	Кейс 1: Захват груза - Разработка 3Д-модели и чертежей	Разработка 3D-модели и чертежей для производства деталей манипулятора,	Моделирование необходимых деталей для сборки манипулятора.	Знать: основные операции САПР по 3Д-моделированию (КОМПАС, Блендер). Уметь: моделировать детали для сборки манипулятора. использовать оборудование для производства деталей.
4.3	Кейс 1: Захват груза - Сборка манипулятора	Сборка манипулятора (робо-рука), соединение с квадрокоптером.	Производство деталей, конструирование манипулятора, сборка и соединение с квадрокоптером.	Знать: виды аддитивных технологий, виды оборудования для производства деталей. ТБ безопасности при работе с оборудованием Уметь: использовать станцию прототипирования (3Д-принтер, лазерный станок) для создания деталей манипулятора. Соединять манипулятор с БПЛА (самосборный брон или набор квадрокоптера Пионер, АРА)
4.4	Кейс 1: Захват груза - Презентация проекта	Презентация проекта, пилотирование, демонстрация работы манипулятора.	Использование квадрокоптера для выполнения задачи захвата груза.	Знать: ТБ при пилотировании БПЛА с нагрузкой (манипулятор). основные режимы и команды при пилотировании. Уметь: пилотировать БПЛА с встроенным манипулятором. Уметь выполнять задачи с использованием БПЛА (захват груза) .
4.5	Кейс № 3: «Аэрофотосъемка». Введение.	Основы аэрофотосъемки. Знакомство с техническим заданием	Знакомство с оборудованием: БПЛА, камерой	Знать: режимы съемки, принципы использования камер, основы фотограмметрии.

		кейса, составление плана полета. Знакомство с ПО по фотограмметрии, основы фотосъемки с БПЛА, виды камер, режимы съемки.		Уметь: использовать камеры для фотографирования.
4.6	Кейс 3: Аэрофотосъемка - Разработка маршрута полета. Фотосъемка	Принципы навигации. Алгоритмы построения маршрута автономного полета. Режимы аэрофотосъемки, технические характеристики и принципы использования камер ы на БПЛА	Разработка маршрута полета (с учетом требований аэрофотосъемки, технического задания, параметров камеры, режимов съемки). Проведение аэрофотосъемки данного объекта и/или территории.	Знать: принципы разработки полетного маршрута для аэрофотосъемки; технические характеристики камер для БПЛА, принципы их использования Уметь: разрабатывать маршрут для аэрофотосъемки; проводить аэрофотосъемку по ТЗ заданных объектов или территории.
4.7	Кейс №3: Аэрофотосъемка. Обработка фотографий: настройка программы, загрузка данных, выравнивание снимков. Построение облака точек.	Основные режимы обработки фотографий. Режимы настройки программы. Понятие облака точек. Типы данных для обработки.	Обработка фотографий. Построение облака точек и его редактирование	Знать: Основные функции ПО, режимы обработки фотографий, теоретические основы построения облака точек. Уметь: обрабатывать фотографии, стоить облако точек.
4.8	Кейс №3: Аэрофотосъемка. Построение ортофотоплана, построение 3D-модели.	Понятие ортофотоплана, 3D-модели, теоретические основы построения ортофотоплана. Понятие карты высот.	Построение ортофотоплана, построение 3D-модели (в том числе н аложение текстур), карты высот местности	Знать: основные понятия (ортофотоплан, карта высот, 3Д-модель) Владеть: методом построения ортофотоплана Уметь: строить карту высот местности, 3Д-модель, накладывать текстуры на 3Д-модель, строить ортофотоплан.
	Итоговая аттестация			На усмотрение педагога

Планируемые результаты

По окончании обучения по программе обучающиеся должны

знать:

- правила техники безопасности при работе с БПЛА и другим оборудованием;
- решения креативных задач из области мейкерства и изобретательства, моделирования, конструирования и презентации проектных продуктов, соблюдение техники безопасности;
- структуру и состав БПЛА;
- основы конструирования, моделирования и программирования БПЛА;

уметь:

- организовывать рабочее место в соответствии с изучаемой технологией;
- применять современные ИТ-технологии, а также методы прикладной математики и информатики для работы с данными в ходе выполнения учебных задач, кейсов или проектов;
- использовать командные методы генерации идей, проводить обзор аналогов для решения прикладной инженерной задачи, анализировать возможные технологические решения, определять их достоинства и недостатки в контексте заданной ситуации, предлагать улучшения в работу существующих технических устройств, выдвигать идеи по разработке новых устройств и организовывать командную работу;
- уметь самостоятельно определять цели и планировать пути их достижения, в том числе альтернативные;
- осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач.

владеть:

- навыками симулятора полета и основными принципами управления БПЛА;
- навыки сбора, обработки, анализа данных при помощи БПЛА и современного программного обеспечения;
- навыкам пилотирования.

Комплекс организационно-педагогических условий
Условия реализации общеобразовательной программы

Наименование модулей	УМК для учащегося	УМК для педагога
Модуль 1.	3D-печать для всех и каждого Режим доступа: https://stepik.org/course/114650/info Видеоуроки по Компас-3D Режим доступа https://www.youtube.com/@annaveselova/videos	Видеоуроки по Компас-3D Режим доступа https://www.youtube.com/@annaveselova/videos Основные элементы винтомоторной группы БПЛА Режим доступа: https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/const-module/vmg/aero-vmg.html
Модуль 2.	Робототехника на Pythone. Базовые алгоритмы Режим доступа: https://www.lektorium.tv/robo-python-basic Основы программирования на языке C++ Режим доступа: https://www.lektorium.tv/basics-of-programming	Робототехника на Pythone. Базовые алгоритмы Режим доступа: https://www.lektorium.tv/robo-python-basic Основы программирования на языке C++ Режим доступа: https://www.lektorium.tv/basics-of-programming
Модуль 3.	Симулятор автономных полетов для дронов серии «Пионер» Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=_96CAeke7dw	Симулятор автономных полетов для дронов серии «Пионер» Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=_96CAeke7dw
Модуль 4.	Аэрофотосъемка и ее история. Режим доступа: https://docs.geoscan.ru/pioneer/database/complex-module/aerospace-foto/aerospace-foto.html	Обзор фотограмметрического программного обеспечения ARA Aeragro Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=WbSGksidmHg&ab_channel=AppliedRobotics

СВЕДЕНИЯ О МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Модуль 1. Сборка и ремонт БАС (16 часов, 8 занятий по 2 часа)

№	Тема	Оборудование и расходные материалы
1.1	Технологии производства деталей для Беспилотных Летательных Аппаратов: 3D-печать, лазерная резка и моделирование в САПР КОМПАС-3Д	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;
1.2	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): корпус и двигатели	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов;

		Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;
1.3	Пайка: решение сложных задач	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;
1.4	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): полётный контроллер, радио-передатчики	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122;

		Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;
1.5	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): питание и электроника (датчики, гироскоп, акселерометр)	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;
1.6	Сборка различных типов БАС (мультироторных / самолетных): установка камеры	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;

1.7	Ремонт БАС: ремкомплекты, инструменты и безопасность	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;
1.8	Ремонт БАС: кейсы, ремкомплекты, инструменты и безопасность	Паяльная станция REXANT R898D 12-0721; SS-595B, Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный; Цифровой мультиметр WHDZ DT838; Вакуумный экстрактор припоя (оловоотсос) REXANT 12-0204; Набор пинцетов для электроники TDM 9 предметов, нержавеющие, антистатика, тканевый чехол, Рубин SQ1025-0810; 8PK-3001D, Стриппер для зачистки провода от 0.2 до 0.8мм; Держатель третья рука с лупой x3 HT-390 (ZD-10D) REXANT 12-0251; Термостойкий коврик для пайки и ремонта S110 (300x200 мм) QUICKO QTS110; Бортовой тестер-индикатор напряжения 1-8S Lipo - IMAX-BVT; Ключ для зажима моторов; Набор г-образных шестигранных шаровых ключей 10 шт Gigant grf-122; Набор отверток для точной механики 150 мм GROSS 13347;

Модуль 2. Программирование (16 часов, 8 занятий по 2 часа)

№	Тема	Оборудование и расходные материалы

2.1	Введение в программирование БПЛА на Python и C++. Основы и примеры использования	ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
2.2	Практические навыки программирования для кейса №1 Работа с данными и командами для управления дроном. Написание кода для взлета, полета и посадки	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
2.3	Дополнительные команды для программирования дрона Добавление дополнительных точек посадки. Практическое программирование для кейса №1.	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
2.4	Программирование микроконтроллеров на примере Arduino и Raspberry Pi. Практическое программирование для кейса №1.	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 2 шт;
2.5	Практическое программирование для кейса №2. Сканирование меток и работа с камерой. Основы технического зрения в программировании дрона	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;

2.6	Практическое программирование для кейса №2. Разработка программы для отображения траектории движения коптера.	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
2.7	Практическое программирование для кейса №2. Программирование групповых полетов: захват метки и груза	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
2.8	Практическое программирование для кейса №2. Тестирование и отладка программного кода для дронов. Практические приемы и методы исправления ошибок	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;

Модуль 3. Отработка навыков пилотирования Геоскан-Пионер (16 часов, 8 занятий по 2 часа)

№	Тема	Оборудование и расходные материалы
3.1	Основы управления программируемыми дронами в симуляторе: безопасность и настройка (на примере Геоскан Пионер, симулятор).	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
3.2	Практические навыки управления дроном в симуляторе: работа с ROS	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;

3.3	Практические навыки управления дроном в симуляторе: работа с OpenCV	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
3.4	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Программирование автономного полета	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
3.5	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Программирование автономного полета	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
3.6	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Инструменты для распознавания Aruco-маркеров	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
3.7	Практические навыки управления Геоскан Пионер в симуляторе. Инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
3.8	Решение кейсов соревнований по программированию дронов в симуляторах	Геоскан Тренажер-Симулятор – 12 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+ 2xType-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;

Модуль 4. Кейсы по соревновательной летающей робототехнике (16 часов, 8 занятий по 2 часа)

№	Тема	Оборудование и расходные материалы
4.1	Кейс 1. Захват груза.	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
4.2	Кейс 1: Захват груза - Разработка 3Д-модели и чертежей	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
4.3	Кейс 1: Захват груза - Сборка манипулятора	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
4.4	Кейс 1: Захват груза - Презентация проекта	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;
4.5	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Введение	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт;Agisoft Metashape Standard, образовательная лицензия – 12 шт
4.6	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Разработка	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые

	маршрута полета	БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт; Agisoft Metashape Standard, образовательная лицензия – 12 шт
4.7	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Фотосъемка	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт; Agisoft Metashape Standard, образовательная лицензия – 12 шт
4.8	Кейс 2: Аэрофотосъемка - Обработка фотографий	Геоскан Пионер. Комплект для сборки (образовательное БВС мультироторного типа с МВМ до 1 кг) – 6 шт; Конструктор учебного квадрокоптера ARA EDU. "Программируемые БПЛА" ARA-UAV-EDU-03 – 6 шт; ПК ГРАВИТОН Д50А RYZEN 5 5600G/16GB/SSD512GB/RTX3050_8GB/FP_2xUSB2.0+2xUSB3.0+2x Type-C/600W/K+M/ASTRA/R7/WR3/Linux/WR3 /Клавиатура/Мышь/ Монитор 23.8"/ - 12 шт; Agisoft Metashape Standard, образовательная лицензия – 12 шт

Формы аттестации

Для определения результативности освоения программы обучающиеся проходят промежуточную и итоговую аттестацию. Форму аттестации выбирает педагог и разрабатывает критерии оценивания аттестации обучающихся.

Промежуточная аттестация, оценивается по следующим критериям:

- знание и грамотное использование материала;
- эстетика выполнения;
- сложность работы;
- аккуратность и качество изготовления;
- уровень самостоятельности при создании модели.

Итоговая аттестация для обучающихся проводится для выявления уровня усвоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов

В ходе освоения программы «Курс на взлет: введение в беспилотные авиационные в системы» обучающиеся участвуют в выставках, соревнованиях, конкурсах разного уровня.

Методические материалы

Методы обучения

- Словесно-наглядные – определяют использование в образовательном процессе различных средств наглядности в сочетании со словом педагога. Они непосредственно связаны со средствами обучения и зависят от них.
- Объяснительно-иллюстративный – предъявление информации различными способами (объяснение, рассказ, беседа, инструктаж, демонстрация, работа с технологическими картами и др.).
- Эвристический – метод творческой деятельности (создание творческих моделей и т.д.).
- Проблемный – постановка проблемы и самостоятельный поиск её решения обучающимися.
- Программированный – набор операций, которые необходимо выполнить в ходе выполнения практических работ (форма: компьютерный практикум, проектная деятельность).
- Репродуктивный – воспроизводство знаний и способов деятельности (форма: собирание моделей и конструкций по образцу, беседа, упражнения по аналогу).
- Частично-поисковый – решение проблемных задач с помощью педагога.
- Поисковый – самостоятельное решение проблем.
- Метод проблемного изложения – постановка проблемы педагогом, решение ее самим педагогом, соучастие обучающихся при решении.
- Метод проектов – дидактическое средство активизации познавательной деятельности обучающихся.

Формы организации занятий

Основной формой являются групповые занятия. Во время работы с оборудованием применяется работа парами, командами, в которых роль одним отводится как конструкторам, а другим – программистам.

После сборке и программированию оборудования предусмотрена творческая проектная работа, игры, внутренние соревнования, выставки.

При изучении нового материала предусмотрены разные формы проведения занятий для формирования и совершенствования умений и навыков:

- беседа;
- сообщение-презентация;
- творческая работа;
- выставка;
- мастер-класс;
- игра;
- соревнования;
- работа над проектом.

Формы организации учебного занятия

Тип учебного занятия	Целевое назначение	Результативность обучения
Первичного предъявления новых знаний	Первичное усвоение новых предметных ЗУНов	Воспроизведение своими словами правил, понятий, алгоритмов, выполнение действий по образцу, алгоритму
Формирования первоначальных предметных навыков овладения новыми предметными умениями	Применение усваиваемых знаний или способов учебных действий в условиях решения учебных задач (заданий)	Правильное воспроизведение образцов выполнения заданий, безошибочное применение алгоритмов и правил при решении учебных задач
Применения предметных ЗУНов	Применение предметных ЗУНов в условиях решения учебных задач повышенной сложности	Самостоятельное решение задач (выполнение упражнений) повышенной сложности отдельными обучающимися или коллективом учебной группы
Обобщения и систематизации предметных ЗУНов	Систематизация предметных ЗУНов (решение практических задач)	Умение сформулировать обобщенный вывод, умение учиться (работа в парах, использование источников информации и др.)
Повторения предметных ЗУНов и закрепления	Закрепление предметных ЗУНов	Безошибочное выполнение упражнений, решение задач отдельными обучающимися, учебной группой; безошибочные устные ответы; умение находить и исправлять ошибки, оказывать взаимопомощь

Контрольное занятие	Проверка предметных ЗУНов, умений решать практические задачи	Результаты контрольной или самостоятельной работы
Комбинированное занятие	Решение задач, которые невозможно выполнить в рамках одного учебного занятия	Запланированный результат

Список литературы

Для педагога

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html (дата обращения 20.04.2014). Каталог образовательных наборов на базе конструкторов LEGO, - М., - 2012 г.
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 20.10.15).
3. Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/227425/ (Дата обращения 20.10.15).
4. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13.
5. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.
6. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня2014.Режимдоступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html (Дата обращения 20.10.15).
7. Модули ЦОК в сфере БАС: «3Д- моделирование и проектирование БАС», «Программирование БАС на Python»
   - https://edu.firpo.ru/c/modules/module-15.html
   - https://edu.firpo.ru/c/modules/module-4.html

Для обучающихся

1. Образовательно-методический сайт «WICOPTER» - www.wicopter.pro.
2. Мунро Б. Боевые самолёты. – М., АСТ Астрель, 2003.
3. Ружицкий Е.Н. Европейские самолёты вертикального взлёта. – М., Астрель АСТ, 2003.
4. Герои Русской авиации. М., 2006 г.
5. История открытий. Энциклопедия. М., «Росмен» 2005 г. Самолеты. Энциклопедия. М., «Росмен» 2003г.
6. Радиоуправляемые Авиамодели - http://www.rcdesign.ru/articles/avia
7. Федерация авиамодельного спорта России - http://www.fasr.ru
8. Сайт авиамоделирования - http://aviamodeling.narod.ru/.