

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство образования Республики Мордовия
Управление образования г.о. Саранск
МОУ г.о. Саранск «Центр образования «Тавла» - Средняя
общеобразовательная школа №17»

РАССМОТРЕНО
методическим
объединением учителей

 О.А. Козлова
Протокол №1 от «28»
августа 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по НМР

 Л.В. Грызлова
Приказ от «29» августа
2025 г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор


С.В. Диманская
Приказ от «30» августа
2025 г.

Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа
«БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

Направленность: техническая
Уровень программы: базовый
Возраст обучающихся: 11-17 лет
Срок реализации программы: 4 года (204 часа)
Форма обучения: очная
Язык обучения: русский

Автор-составитель:
Сироткин Владимир Алексеевич,
педагог дополнительного образования

г. Саранск 2025

Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Результаты освоения программы	6
3. Учебный план программы	17
4. Учебно-тематический план	18
5. Содержание программы	19
6. Календарный учебный график	22
7. Оценочный материал	43
8. Ресурсное обеспечение	46
9. Список литературы	55

1. Пояснительная записка

Рабочая программа дополнительного образования **«Беспилотные авиационные системы»** для обучающихся 10-17 лет составлена на основе Методических рекомендаций «Технология разработки дополнительных общеобразовательных программ для образовательных организаций основного общего, среднего общего образования и образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования, в рамках федерального проекта «Кадры для Беспилотных авиационных систем».

Нормативные основания для создания и разработки Программы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273–ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678–р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу распоряжения Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 № 1726–р».

- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2023 № 1630–р «Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года и плана мероприятий по ее реализации».

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648–20 «Санитарно–эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

- Распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2023 г. № 1630–р «Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года и плана мероприятий по ее реализации».

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности **«Беспилотные авиационные системы»** авторская и составлена для организации дополнительной деятельности учащихся основной и средней школы и ориентирована на обучающихся, проявляющих интересы и склонности в области информатики, математики, физики, технологии, основ безопасного жизнедеятельности и авиации.

Актуальность данной программы состоит в том, что она направлена на овладение знаниями в области беспилотных летательных аппаратов, умение и навыки управления которыми очень востребовано. Активное развитие Российской Федерации в современных геополитических условиях формируется через повестку реализуемых национальных проектов. Как отметил 27 апреля 2023 года Президент РФ В. В. Путин задача Национального проекта «Беспилотные авиационные системы» в использовании технологического потенциала перспективной индустрии для укрепления безопасности страны, для роста эффективности отечественной экономики, для повышения качества

жизни людей. Согласно утверждённой 28 июня 2023 года Правительством РФ Стратегии развития беспилотной авиации в течении ближайших шести с половиной лет в России должна появиться новая отрасль экономики, связанная с созданием и использованием гражданских беспилотников.

Востребованность беспилотных авиационных систем уже сегодня подтверждена в деятельности целого ряда отраслей отечественной экономики, включая инспекцию состояния энергосетей, картографию, кадастровые работы, экологический контроль.

С целью развития технических способностей обучающихся, удовлетворения индивидуальных потребностей, обучающихся в интеллектуальном и техническом совершенствовании, ранней профессиональной ориентации обучающихся, а также выявления, развития и поддержки обучающихся, проявивших выдающиеся способности в области технического творчества, в рабочую программу включается модуль «Пилотирование беспилотного летательного аппарата».

Новизной и отличительной особенностью программы является ее продолжительность, она рассчитана на 4 года обучения, кроме этого в ней представлено не просто первичное знакомство с высокотехнологичным оборудованием, а также приобретение навыков управления FPV БПЛА мультироторного типа, но и обучение на симуляторах полётов, которые используются для подготовки пилотов.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что в рамках внеурочной деятельности учащиеся получают метазнания, то есть способность оперировать методами и приемами познания, и метаумения - навыки практического мышления, систематизации и обобщения, анализа информации, критического и технического мышления, а также поиска альтернативных вариантов достижения поставленных целей.

Наряду с этим использование различных инструментов развития гибких навыков, обучающихся (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них предметных умений позволит сформировать у школьника целостную систему знаний, умений и навыков.

Цель программы – формирование у обучающихся устойчивых знаний, умений и навыков по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация беспилотных авиационных систем.

Задачи программы:

Обучающие:

- формировать представления о истории и перспективах пилотирования БПЛА в режиме FPV;
- формировать представления о основных видах БПЛА и сферах их использования;
- формировать представление о основных компонентах комплекта БПЛА;
- формировать знания о лучших пилотах в мире FPV;
- формировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления БПЛА мультикоптерного типа;
- формировать знания о законодательстве Российской Федерации в области использования БПЛА;
- формировать знания техники безопасности при пилотировании БПЛА;

- формировать знания по предполетной подготовке БПЛА;
- формировать умения и навыки пилотирования БПЛА мультироторного типа;
- формировать умения подключать и настраивать аппаратуру управления для пилотирования в авиасимуляторе;

Развивающие:

- развивать навыки пилотирования БПЛА мультироторного;
- развивать мыслительные, творческие, коммуникативные способности;
- развивать творческую инициативу и самостоятельность;

Воспитательные:

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

2. Результаты освоения программы

Результатом освоения программы является овладение видом профессиональной деятельности по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее, а также соответствующими профессиональными компетенциями.

Результаты освоения личностные, метапредметные и предметные результаты освоения учебного предмета

Личностные результаты:

- формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности, обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;
- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики;
- развитие осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам при работе с графической информацией;
- формирование коммуникативной компетентности в процессе образовательной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

Метапредметные результаты:

- умение ставить учебные цели;
- умение использовать внешний план для решения поставленной задачи;
- умение планировать свои действия в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль выполнения учебного задания по переходу информационной обучающей среды из начального состояния в конечное;
- умение сличать результат действий с эталоном (целью);
- умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи с ранее поставленной целью;
- умение оценивать результат своей работы с помощью тестовых компьютерных программ, а также самостоятельно определять пробелы в усвоении материала курса.

Предметные результаты:

- умение использовать терминологию пилотирования, историю и перспективы пилотирования БПЛА мультироторного типа;
- умение классифицировать основные виды БПЛА и сферы их использования, различать из чего состоит БАС комплект;
- умение применять основные правила управления БПЛА с точки зрения законодательства РФ;
- умение назвать основные авиасимуляторы, назначение стиков аппаратуры управления;
- умение соблюдать технику безопасности при пилотировании БПЛА;
- умение подключать и настраивать аппаратуру управления для пилотирования в авиасимуляторе;
- умение проводить предполетную подготовку БПЛА;
- умение пилотировать FPV БПЛА мультироторного типа в акро режиме.

Таблица 1 – Сопоставление описания квалификации в профессиональном стандарте с требованиями к результатам подготовки по программе профессиональной подготовки

Вид деятельности	Код и наименование компетенций	Код и наименование трудовой функции
ВД 1 Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой от 10 килограммов до 30 килограммов	ПК 1.1. Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/03.3 Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее
	ПК 1.2. Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/04.3 Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее
ВД 2 Летная эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК. 2.1. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/01.3 Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее
	ПК. 2.2. Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/02.3 Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
ВД 1. Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой от 10 килограммов до 30 килограммов	ПК 1.1. Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	З 1.1.1 Требования эксплуатационной документации к техническому обслуживанию беспилотной авиационной системы	У 1.1.1 Читать эксплуатационно-техническую документацию беспилотных авиационных систем и их элементов, чертежи и схемы	ПрО 1.1.1 Выполнение внешнего осмотра беспилотной авиационной системы и выявление неисправностей.
		З 1.1.2 Перечень и содержание работ по видам технического обслуживания беспилотных авиационных систем, порядок их выполнения	У 1.1.2 Оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем	ПрО 1.1.2 Установка съемного оборудования на борт (снятие съемного оборудования с борта) беспилотного воздушного судна
		З 1.1.3 Назначение, устройство и принципы работы элементов беспилотной авиационной системы	У 1.1.3 Осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем	ПрО 1.1.3 Заправка беспилотного воздушного судна топливом, маслом, специальными жидкостями и зарядка газами, дозаправка (дозарядка)
		З 1.1.4 Характеристики топлива, специальных жидкостей (газов), горюче-смазочных материалов, источников электроэнергии, применяемых при эксплуатации беспилотной авиационной системы	У 1.1.4 Выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией	ПрО 1.1.4 Проверка уровня заряда, обслуживание аккумуляторной батареи
		З 1.1.5 Порядок подготовки к работе инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной аппаратуры для выполнения технического обслуживания беспилотной авиационной системы	У 1.1.5 Использовать необходимые для работы инструменты, приспособления и контрольно-измерительную аппаратуру.	ПрО 1.1.5 Контроль количества заправленных компонентов и надежности закрытия заправочных устройств

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
		З 1.1.6 Порядок и технология выполнения всех видов технического обслуживания беспилотной авиационной системы и ее элементов, а также специальных работ	У 1.1.6 Заправлять топливом, маслом, специальными жидкостями и заряжать газами, дозаправлять (дозаряжать) беспилотное воздушное судно	ПрО 1.1.6 Проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы.
		З 1.1.7 Классификация неисправностей и отказов беспилотной авиационной системы, методы их обнаружения и устранения	У 1.1.7 Обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем	ПрО 1.1.7 Подготовка стартовой посадочной площадки беспилотной авиационной системы.
		З 1.1.8 Порядок установки и снятия съемного оборудования беспилотного воздушного судна	У 1.1.8 Эксплуатировать наземные источники электропитания	ПрО 1.1.8 Транспортировка беспилотной авиационной системы к месту взлета (от места посадки).
		З 1.1.9 Требования охраны труда и пожарной безопасности	У 1.1.9 Устанавливать съемное оборудование на беспилотное воздушное судно, снимать съемное оборудование	ПрО 1.1.9 Приведение беспилотной авиационной системы в предстартовое состояние.
		З 1.1.10 Правила использования цифровых технологий при обновлении программного обеспечения и калибровке беспилотной авиационной системы	У 1.1.10 Буксировать, транспортировать беспилотную авиационную систему к месту взлета (от места посадки)	ПрО 1.1.10 Обеспечение работы наземных элементов беспилотной авиационной системы в ходе подготовки и выполнения полетов беспилотными воздушными судами
		З 1.1.11 Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы	У 1.1.11 Использовать взлетные устройства (приспособления)	ПрО 1.1.11 Контроль работоспособности систем, оборудования беспилотной авиационной системы и ее элементов в процессе выполнения технического обслуживания

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
			У 1.1.12 Производить эвакуацию беспилотных воздушных судов в аварийных ситуациях	ПрО 1.1.12 Проведение послеполетного осмотра и устранение обнаруженных неисправностей.
			У 1.1.13 Производить работы при хранении беспилотных авиационных систем, установленные в эксплуатационной документации.	ПрО 1.1.13 Проведение работ по постановке на хранение и снятию с хранения беспилотной авиационной системы.
			У 1.1.14 Использовать цифровые технологии при обновлении программного обеспечения и калибровке беспилотной авиационной системы	ПрО 1.1.14 Обновления программного обеспечения и калибровка беспилотной авиационной системы с использованием цифровых технологий (при необходимости)
			У 1.1.15 Оформлять техническую документацию	ПрО 1.1.15 Ведение технической документации
	ПК 1.2. Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	З 1.2.1 Назначение, устройство и принципы работы беспилотной авиационной системы и ее элементов	У 1.2.1 Использовать инструменты, контрольно-измерительные приборы и приспособления в процессе ремонта элементов беспилотной авиационной системы	ПрО 1.2.1 Подготовка к работе инструментов, контрольно-измерительных приборов и приспособлений
		З 1.2.2 Порядок подготовки к работе рабочего места, инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной аппаратуры	У 1.2.2 Применять эксплуатационную и ремонтную документацию беспилотной авиационной системы в процессе диагностики и ремонта	ПрО 1.2.2 Выполнение внешнего осмотра и проверка технического состояния элементов беспилотной авиационной системы.

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
			элементов беспилотной авиационной системы	
		3 1.2.3 Классификация и признаки отказов, неисправностей беспилотной авиационной системы, методы их обнаружения и устранения	У 1.2.3 Оценивать техническое состояние беспилотных авиационных систем	ПрО 1.2.3 Диагностика и контроль работоспособности элементов беспилотной авиационной системы, выявление отклонений, отказов, неисправностей и повреждений
		3 1.2.4 Технология выполнения текущего и контрольно-восстановительного ремонта	У 1.2.4 Выявлять и устранять отказы и неисправности при функционировании элементов беспилотной авиационной системы	ПрО 1.2.4 Выполнение текущего ремонта элементов беспилотной авиационной системы.
		3 1.2.5 Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы	У 1.2.5 Оформлять техническую документацию	ПрО 1.2.5 Выполнение контрольно-восстановительного ремонта элементов беспилотной авиационной системы.
				ПрО 1.2.6 Ведение технической документации
Летная эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной	ПК. 2.1. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30	3 2.1.1 Правила и порядок, установленные воздушным законодательством Российской Федерации, получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ	У 2.1.1 Читать аэронавигационные материалы	ПрО 2.1.1 Изучение полетного задания, отработка порядка его выполнения и действий при управлении беспилотным воздушным судном.
		3 2.1.2 Нормативные правовые акты об установлении запретных зон и зон ограничения полетов; порядок	У 2.1.2 Анализировать метеорологическую, орнитологическую и	ПрО 2.1.2 Подбор и подготовка картографического материала

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
взлетной массой 30 килограммов и менее	килограммов и менее	получения информации о запретных зонах и зонах ограничения полетов	аэронавигационную обстановку	
		3 2.1.3 Нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов беспилотным воздушным судном	У 2.1.3 Использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций	ПрО 2.1.3 Ознакомление с ограничениями в районе выполнения полета по маршруту (трассе)
		3 2.1.4 Порядок организации и выполнения полетов беспилотным воздушным судном в сегрегированном воздушном пространстве	У 2.1.4 Использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна	ПрО 2.1.4 Подбор стартовой-посадочной площадки для эксплуатации беспилотных авиационных систем.
		3 2.1.5 Основы воздушной навигации, аэродинамики и метеорологии в объеме, необходимом для подготовки и выполнения полета беспилотным воздушным судном в ожидаемых условиях эксплуатации	У 2.1.5 Выполнять аэронавигационные расчеты	ПрО 2.1.5 Оценка метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотным воздушным судном.
		3 2.1.6 Требования эксплуатационной документации	У 2.1.6 Составлять полетное задание и план полета	ПрО 2.1.6 Нанесение маршрута полета на карту
		3 2.1.7 Летно-технические характеристики беспилотной авиационной системы и влияние на них эксплуатационных факторов	У 2.1.7 Оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотных авиационных систем	ПрО 2.1.7 Расчет аэронавигационных элементов полета беспилотного воздушного судна.

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
		3 2.1.8 Порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета	У 2.1.8 Оформлять полетную и техническую документацию	ПрО 2.1.8 Подготовка плана полета беспилотных воздушных судов и представление его соответствующему органу Единой системы организации воздушного движения, в том числе с использованием цифровых технологий.
		3 2.1.9 Правила подготовки плана полетов и порядок его подачи органу Единой системы организации воздушного движения		ПрО 2.1.9 Подготовка программы полета беспилотного воздушного судна и ее загрузка в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна
		3 2.1.10 Порядок подготовки программы полета и загрузки ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна		ПрО 2.1.10 Подготовка полетной документации
		3 2.1.11 Порядок проведения предполетной подготовки беспилотной авиационной системы и ее элементов		ПрО 2.1.11 Подготовка стартово-посадочной площадки и развертывание беспилотной авиационной системы.
		3 2.1.12 Правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в цифровом виде с использованием специализированных сервисов.		ПрО 2.1.12 Проверка готовности беспилотной авиационной системы к использованию в соответствии с эксплуатационной документацией и полетным заданием, ее приемка
				ПрО 2.1.13 Ведение полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
				цифрового журналирования операций
	ПК. 2.2. Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	3 2.2.1 Нормативные правовые акты, регламентирующие порядок использования воздушного пространства Российской Федерации, производство полетов беспилотными воздушными судами	У 2.2.1 Осуществлять запуск беспилотного воздушного судна	ПрО 2.2.1 Уточнение полетного задания в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными
		3 2.2.2 Порядок производства полетов беспилотными воздушными судами в сегрегированном воздушном пространстве	У 2.2.2 Осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна	ПрО 2.2.2 Установление связи с органом Единой системы организации воздушного движения и получение разрешения на использование воздушного пространства
		3 2.2.3 Основы аэронавигации, аэродинамики, метеорологии в объеме, необходимом для выполнения безопасного полета беспилотным воздушным судном	У 2.2.3 Распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов	ПрО 2.2.3 Принятие решения на взлет беспилотного воздушного судна.
		3 2.2.4 Требования эксплуатационной документации, летно-технические характеристики и эксплуатационные ограничения беспилотного воздушного судна	У 2.2.4 Определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления	ПрО 2.2.4 Запуск беспилотного воздушного судна.
		3 2.2.5 Правила ведения радиосвязи	У 2.2.5 Принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном	ПрО 2.2.5 Дистанционное управление полетом беспилотного воздушного судна и (или) контроль параметров полета
		3 2.2.6 Порядок действий экипажа при нештатных и аварийных ситуациях	У 2.2.6 Принимать меры по недопущению посторонних	ПрО 2.2.6 Выполнение полета беспилотным воздушным судном

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
			лиц к беспилотной авиационной системе	в соответствии с полетным заданием
	3 2.2.7 Порядок действий экипажа при проведении поисковых работ в случае аварийной посадки беспилотного воздушного судна	У 2.2.7 Выполнять послеполетные работы	ПрО 2.2.7 Анализ аэронавигационной, метеорологической, орнитологической обстановки в ходе выполнения полетного задания	
	3 2.2.8 Технология выполнения авиационных работ, характеристики используемых веществ и оборудования	У 2.2.8 Оформлять полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	ПрО 2.2.8 Выполнение действий при возникновении особых случаев в полете беспилотного воздушного судна.	
	3 2.2.9 Порядок проведения послеполетных работ		ПрО 2.2.9 Проведение поисковых работ в случае аварийной посадки беспилотного воздушного судна.	
	3 2.2.10 Порядок действий для недопущения посторонних лиц к беспилотной авиационной системе		ПрО 2.2.10 Информирование соответствующих органов Единой системы организации воздушного движения об отклонениях от плана полета или изменениях в режиме полета, о возникновении особых ситуаций в полете, о совершении аварийной посадки	
	3 2.2.11 Правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций.		ПрО 2.2.11 Осуществление взаимодействия с участниками воздушного движения при выполнении полетов беспилотным воздушным судном.	

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции		
		Знания	Умения	Практический опыт
		З 2.2.12 Ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства, безопасной эксплуатации воздушного судна		ПрО 2.2.12 Принятие решений о посадке беспилотного воздушного судна, а также о прекращении полета и возвращении на аэродром либо о вынужденной посадке в случае явной угрозы окружающим или безопасности полета беспилотного воздушного судна
				ПрО 2.2.13 Выполнение послеполетного осмотра беспилотного воздушного судна.
				ПрО 2.2.14 Ведение полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций
				ПрО 2.2.15 Выполнение мероприятий по недопущению посторонних лиц к беспилотной авиационной системе

3. Учебный план программы

Основным содержанием данного курса является формирование умений и навыков по сбору и обслуживанию беспилотных летательных аппаратов, изучение особенностей и приемов манипулирования аппаратом управления различных типов как в симуляторе, так и реальных полевых условиях, с постепенным усложнением элементов и заданий, выполняемых в них. На занятиях используются программные продукты свободного распространения.

Место в учебном плане

Программа рассчитана на 4 года обучения (204 часа), с проведением занятий в 1-2 год (1 час в неделю) – 34 часа, 3-4 год (2 часа в неделю) – 68 часов. Продолжительность занятия 40 минут.

Содержание занятий отвечает требованию к организации дополнительной деятельности. Подбор заданий отражает реальную интеллектуальную подготовку детей, содержит полезную и любопытную информацию, способную дать простор воображению.

Учебный план

№ п/п	Наименование модуля	Год обучения				Всего
		1 год	2 год	3 год	4 год	
1	Архитектура БАС	6	6	10	12	34
2	Управление БАС	12	8	14	10	34
3	Программирование БАС	6	6	12	16	40
4	Полетная практика	10	14	32	30	86
	ИТОГО	34	34	68	68	204

4. Учебно-тематический план

1 год

№	Названия раздела/темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Архитектура БАС	6	3	3
2	Управление БАС	12	2	10
3	Программирование БАС	6	3	3
4	Полетная практика	10	2	8
	Всего:	34	12	22

2 год

№	Названия раздела/темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Архитектура БАС	6	3	3
2	Управление БАС	8	2	6
3	Программирование БАС	6	2	4
4	Полетная практика	14	2	12
	Всего:	34	10	24

3 год

№	Названия раздела/темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Архитектура БАС	12	2	10
2	Управление БАС	14	4	10
3	Программирование БАС	12	4	8
4	Полетная практика	30	2	28
	Всего:	68	15	53

4 год

№	Названия раздела/темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Архитектура БАС	14	2	12
2	Управление БАС	10	1	9
3	Программирование БАС	16	4	12
4	Полетная практика	28	2	26
	Всего:	68	12	56

5. Содержание программы

Модуль 1. Архитектура БАС

1 год

Вводное занятие. Беспилотный летательный аппарат: история и перспективы. Основные виды БПЛА и сферы их использования. Основной состав комплекта БПЛА.

2 год

Задачи национального проекта БАС. Воздушное пространство и навигация. Техника безопасности при взаимодействии с БАС в качестве очевидца. Управление инфраструктурой БАС. Сборка и ремонт БПЛА. Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения.

3 год

Правовые основы БАС. Техника безопасности при взаимодействии с БАС в качестве специалиста и в качестве очевидца. Технические характеристики и виды БАС (коммерческого и государственного применения). Сферы применения БАС. Российские производители БАС. Сборка и техническое обслуживание БАС. Рабочие места учащегося: безопасность и эргономика. ПО планирования полётов. Диагностика неисправностей БАС. Ремкомплекты и ремонт (Инструменты обслуживания БАС). Сборка БАС коптерного типа (реального + пайка).

4 год

Национальная безопасность в сфере БАС. Техника безопасности при взаимодействии с БАС в качестве специалиста и в качестве очевидца. Соревнования и чемпионаты в сфере БАС. Сборка, техническое обслуживание и моделирование компонентов БАС. ПО обработки данных БАС. Ремкомплекты и ремонт (Инструменты обслуживания БАС). Сборка БАС коптерного типа (реального + пайка)

Модуль 2. Управление БАС

Практические навыки пилотирования БПЛА в авиасимуляторе

1 год

Различные виды авиасимуляторов и их применение (DCL – The Game, Liftoff, FPV Freerider). Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе. Назначения стиков (газ, рысканье, крен, тангаж). Пилотирование дрона в авиасимуляторе. Виртуальный полигон БАС. Безопасность полётов

2 год

Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе. Назначения стиков (газ, рысканье, крен, тангаж). Пилотирование дрона в авиасимуляторе. Устройства управления полетом БАС. БАС в различных климатических условиях.

3 год

Аэродинамика и динамика полёта. Авиационная метеорология. Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе. Назначения стиков (газ, рысканье, крен, тангаж). Пилотирование дрона в авиасимуляторе. Отработка навыков пилотирования в авиасимуляторе. Захват груза. Практика полётов с БАС спортивного типа

4 год

Управление в условиях слабого сигнала и помех. Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе. Назначения стиков (газ, рысканье, крен, тангаж). Пилотирование дрона в авиасимуляторе. Практика полётов с БАС спортивного типа

Практические навыки пилотирования БПЛА в помещении

1 год

Техника безопасности при пилотировании БПЛА в помещении. Предполетная подготовка БПЛА. Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения. Первый взлет. Зависание на малой высоте. Посадка. Полёт в определенной зоне. Вперед-назад, влево-вправо. Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты. Облет препятствий

2 год

Техника безопасности при пилотировании БПЛА в помещении. Предполетная подготовка БПЛА. Зависание на малой высоте в разных режимах. Посадка. Полёт в определенной зоне. Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты. Облет препятствий. Облет по заданной траектории

3 год

Техника безопасности при пилотировании БПЛА в помещении. Предполетная подготовка БПЛА. Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения. Зависание на малой высоте в разных режимах. Посадка. Полёт в определенной зоне. Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты. Облет препятствий. Облет по заданной траектории. Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства. Выполнение контрольного полётного задания. Спортивные БАС. Классы, правила, судейство. Практика полётов с БАС спортивного типа. Нештатные ситуации и варианты их решения. Гоночные трассы

4 год

Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту. Практика полётов с БАС коптерного типа. Практика полётов с БАС спортивного типа. Прохождение гоночного испытания. Пилотирование на дронах с FPV

Модуль 3. Программирование БАС

1 год

Основы блочного программирования. Знакомство со Scratch и Tello edu. Интерфейсы сред. Особенности графического интерфейса среды программирования. Демонстрация выполнения некоторых примеров программ. Самостоятельная работа по обращению с интерфейсом. Работа с алгоритмами. Понятие алгоритма, логического оператора, циклов, переменной. Квадрокоптер как исполнитель алгоритма. Последовательность команд, цикличность. Виды алгоритмов. Интерпретация алгоритма в среде Scratch. Основы блочного программирования. Изучение групп блоков. Анализ команд. Использование блоков. Триггеры. Создание простых программ. Использование условных конструкций

2 год

Программы для квадрокоптера в Scratch и Tello edu. Подключение библиотек в среде программирования. Инициализация подключения к квадрокоптеру. Разбор блоков управления квадрокоптером. Создание пульта управления на клавиатуре. Создание программ для автономной работы коптера. Автоматический полет. Выполнение готовых или составление простых программ для автономного полета. Выполнение полетов. Исполнение трюков.

3 год

Основы программирования квадрокоптеров на языке Python. Теоретические основы выполнения разворота, изменения высоты и позиции на квадрокоптерах. Тестирование

написанного кода в режимах взлёта и посадки. Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции». Тестирование программного кода в режимах разворота, изменения высоты и позиции.

4 год

Программирование на Python взлёта и посадки БПЛА. Программирование на Python техники разворота, изменения высоты и изменения позиции БПЛА. Программирование группового полёта БПЛА. Код на Программирование роевого взаимодействия БПЛА. Кейс-задание: создание программы на языке Python «Полет по траектории»

Модуль 4. Полетная практика

1 год

Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту. Практика полётов с БАС коптерного типа.

2 год

Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту. Практика полётов с БАС коптерного типа.

3 год

Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту. Практика полётов с БАС коптерного типа. Практика полётов с БАС спортивного типа

4 год

Техника базового пилотирования (FPV и др.). Предполетная подготовка БПЛА. Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения. Зависание на малой высоте в разных режимах. Посадка. Полёт в определенной зоне. Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты. Облет препятствий. Облет по заданной траектории. Спортивные БАС. Классы, правила, судейство. Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства. Выполнение контрольного полётного задания. Пилотирование на дронах с FPV. Настройка радиоаппаратуры. Настройка рейтов. Ориентация и поиск цели. Практика полётов с БАС спортивного типа. Нештатные ситуации и варианты их решения. Гоночные трассы

6. Календарный учебный график

1 ГОД ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Модуль. Тема занятия	Метод/форма	Кол-во часов/ занятий	Место проведения	Дата
Модуль 1. Архитектура БАС					
1	Вводное занятие. Беспилотный летательный аппарат: история и перспективы	Лекция	1	БАС	
2	Практическая работа «Оборудование кабинета БАС»	Практическая работа	1	БАС	
3	Основные виды БПЛА и сферы их использования	Лекция демонстрация	1	БАС	
4	Практическая работа «Основной состав комплекта БПЛА»	Практическая работа	1	БАС	
5	Техника безопасности при взаимодействии с БАС	Инструктаж	1	БАС	
6	Практическая работа «Устранение сбоев в работе БПЛА»	Практическая работа	1	БАС	
Модуль 2. Управление БАС					
7	Различные виды авиасимуляторов и их применение. Обучение управлению дроном в симуляторе	Лекция демонстрация	1	БАС	
8	Практическая работа «Подключение аппаратуры и калибровка стиков в авиасимуляторе. Назначения стиков (газ, крен, тангаж)»	Практическая работа	1	БАС	
9	Практическая работа «Виртуальный полигон БАС. Безопасность полётов. Симулятор «Охота за звёздами»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
10	Практическая работа «Симулятор «Спиральный звёздный путь»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
11	Практическая работа «Симулятор «Волна звёзд»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
12	Практическая работа «Симулятор «Охота за ориентирами»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
13	Техника безопасности при пилотировании БПЛА в помещении. Предполетная подготовка БПЛА	Инструктаж	1	БАС	

14	Практическая работа «Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения»	Практическая работа	1	БАС	
15	Практическая работа «Первый взлет. Зависание на малой высоте. Посадка»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
16	Практическая работа «Полёт в определенной зоне. Вперед-назад, влево-вправо»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
17	Практическая работа «Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
18	Практическая работа «Облет препятствий»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
Модуль 3. Программирование БАС					
19	Основы блочного программирования. Знакомство со Scratch и Tello edu. Интерфейсы сред. Особенности графического интерфейса среды программирования	Лекция демонстрация	1	БАС	
20	Демонстрация выполнения некоторых примеров программ	Демонстрация	1	БАС	
21	Понятие алгоритма, логического оператора, циклов, переменной. Квадрокоптер как исполнитель алгоритма. Виды алгоритмов. Интерпретация алгоритма в среде Scratch	Лекция демонстрация	1	БАС	
22	Практическая работа «Основы блочного программирования. Изучение групп блоков»	Компьютерный практикум	1	БАС	

23	Практическая работа «Анализ команд. Использование блоков. Триггеры»	Компьютерный практикум	1	БАС	
24	Практическая работа «Создание простых программ. Использование условных конструкций»	Компьютерный практикум	1	БАС	
Модуль 4. Полетная практика					
25	Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту	Инструктаж	1	БАС	
26	Практика полётов с БАС коптерного типа	Лекция демонстрация	1	БАС	
27	Практическая работа «Практика свободных полётов на JJRC H36»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
28	Практическая работа «Практика полётов на JJRC H36 по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
29	Практическая работа «Практика полётов на JJRC H36 в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
30	Практическая работа «Практика свободных полётов на Tello»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
31	Практическая работа «Практика полётов на Tello по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
32	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном	1	БАС	

		помещениях и полигонах)			
33	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
34	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ			34		

2 ГОД ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Модуль. Тема занятия	Метод/форма	Кол-во часов/ занятий	Место проведения	Дата
Модуль 1. Архитектура БАС					
1	Задачи национального проекта БАС. Воздушное пространство и навигация	Лекция	1	БАС	
2	Практическая работа «Сборка БПЛА»	Практическая работа	1	БАС	
3	Техника безопасности при взаимодействии с БАС в качестве очевидца	Инструктаж	1	БАС	
4	Практическая работа «Ремонт БПЛА»	Практическая работа	1	БАС	
5	Управление инфраструктурой БАС	Лекция демонстрация	1	БАС	
6	Практическая работа «Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения»	Практическая работа	1	БАС	
Модуль 2. Управление БАС					
7	Обучение управлению дроном в симуляторе Устройства управления полетом БАС. БАС в различных климатических условиях	Лекция демонстрация	1	БАС	
8	Практическая работа «Симулятор «Симулятор «Полёт на пути к ориентирам»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
9	Практическая работа «Симулятор «Препятствие звёзд»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
10	Практическая работа «Симулятор «Воздействие ветра»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
11	Техника безопасности при пилотировании БПЛА в помещении. Предполетная подготовка БПЛА	Инструктаж	1	БАС	
12	Практическая работа «Зависание на малой высоте в разных режимах. Посадка. Полёт в определенной зоне»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	

13	Практическая работа «Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
14	Практическая работа «Облет препятствий. Облет по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
Модуль 3. Программирование БАС					
15	Программы для квадрокоптера в Scratch и Tello edu. Подключение библиотек в среде программирования	Лекция демонстрация	1	БАС	
16	Инициализация подключения к квадрокоптеру. Разбор блоков управления квадрокоптером	Лекция демонстрация	1	БАС	
17	Практическая работа «Создание пульта управления на клавиатуре»	Компьютерный практикум	1	БАС	
18	Практическая работа «Создание программ для автономной работы коптера. Автоматический полет»	Компьютерный практикум	1	БАС	
19	Практическая работа «Выполнение готовых или составление простых программ для автономного полета»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
20	Практическая работа «Выполнение полетов. Исполнение трюков»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
Модуль 4. Полетная практика					
21	Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту	Инструктаж	1	БАС	
22	Практика полётов с БАС коптерного типа	Лекция демонстрация	1	БАС	

23	Практическая работа «Практика полётов на JJRC H36 по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
24	Практическая работа «Практика полётов на JJRC H36 в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
25	Практическая работа «Практика свободных полётов на Tello»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
26	Практическая работа «Практика полётов на Tello по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
27	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
28	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
29	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
30	Практическая работа «Практика свободных полётов на Геоскан Пионер Мини»	Практикум (полет в специально	1	БАС	

		оборудованном помещениях и полигонах)			
31	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
32	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
33	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
34	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ			34		

3 ГОД ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Модуль. Тема занятия	Метод/форма	Кол-во часов/ занятий	Место проведения	Дата
Модуль 1. Архитектура БАС					
1	Правовые основы БАС. Российские производители БАС. Техника безопасности при взаимодействии с БАС	Лекция Инструктаж	1	БАС	
2	Сборка и техническое обслуживание БАС. Виртуальная мастерская	Лекция	1	БАС	
3	Обучение «Исследование пространства». Практическая работа «Симулятор «Исследование пространства»	Демонстрация Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
4	Обучение «Сборка микромотора на Arduino». Практическая работа «Симулятор «Сборка микромотора на Arduino»	Демонстрация Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
5	Обучение «Сборка мотора на Arduino» Практическая работа «Симулятор «Сборка мотора на Arduino»	Демонстрация Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
6	Практическая работа «Симулятор «Сборка платы»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
7	Практическая работа «Симулятор «Проверка на прочность»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
8	Практическая работа «Симулятор «Сортировка деталей»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
9	Практическая работа «Симулятор «Сборка дрона Пионер»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
10	Практическая работа «Симулятор «Сборка дрона Пионер»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
11	Практическая работа «Симулятор «Сборка дрона на раме f450»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	

12	Практическая работа «Симулятор «Сборка октокоптера»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
Модуль 2. Управление БАС					
13	Обучение управлению дроном в симуляторе	Лекция демонстрация	1	БАС	
14	Практическая работа «Симулятор «Сквозь кольцевое пространство»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
15	Практическая работа «Симулятор «Воздушные кольца»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
16	Обучение. F450 и Октокоптер	Лекция демонстрация	1	БАС	
17	Практическая работа «Симулятор «Путь F450»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
18	Практическая работа «Симулятор «Возможности Октокоптера»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
19	Практическая работа «Симулятор «Путь звёзд»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
20	Практическая работа «Симулятор «Кольцевой полёт»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
21	Практическая работа «Симулятор «Погоня за кольцами»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
22	Практическая работа «Симулятор «Звёзды в отражении воды»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
23	Техника безопасности при пилотировании БПЛА в помещении. Предполетная подготовка БПЛА.	Инструктаж	1	БАС	
24	Спортивные БАС. Классы, правила, судейство	Лекция	1	БАС	
25	Практическая работа «Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства»	Практическая работа	1	БАС	
26	Практическая работа «Основные виды неисправностей БПЛА и способы их устранения. Нештатные ситуации и варианты их решения»	Практическая работа	1	БАС	

Модуль 3. Программирование БАС					
27	Базовые алгоритмы БАС. Алгоритмы навигации БАС	Лекция демонстрация	1	БАС	
28	Практическая работа «Симулятор «Базовые алгоритмы»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
29	Практическая работа «Симулятор «Схема Сервопривод»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
30	Практическая работа «Симулятор «Программирование светодиода»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
31	Практическая работа «Симулятор «Прошивка платы WemosD1»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
32	Практическая работа «Симулятор «Прошивка платы OrangePi»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
33	Практическая работа «Симулятор «Программирование микромотора»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
34	Практическая работа «Симулятор «Схема мигающего диода»	Компьютерный практикум на симуляторе	1	БАС	
35	Основы программирования квадрокоптеров на языке Python	Лекция демонстрация	1	БАС	
36	Теоретические основы выполнения разворота, изменения высоты и позиции на квадрокоптерах	Лекция демонстрация	1	БАС	
37	Практическая работа «Тестирование написанного кода в режимах взлёта и посадки»	Компьютерный практикум	1	БАС	
38	Практическая работа «Тестирование программного кода в режимах разворота, изменения высоты и позиции»	Компьютерный практикум	1	БАС	
Модуль 4. Полетная практика					
39	Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту	Инструктаж	1	БАС	
40	Практическая работа «Практика полётов на JJRC H36 по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном	1	БАС	

		помещениях и полигонах)			
41	Практическая работа «Практика полётов на JJRC H36 в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
42	Практическая работа «Практика свободных полётов на Tello»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
43	Практическая работа «Практика полётов на Tello по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
44	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
45	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
46	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
47	Практическая работа «Практика свободных полётов на Геоскан Пионер Мини»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	

48	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
49	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
50	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
51	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
52	Практическая работа «Практика свободных полётов на Геоскан Пионер»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
53	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
54	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
55	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер в	Практикум (полет в специально	1	БАС	

	спортивном режиме по заданной траектории»	оборудованном помещениях и полигонах)			
56	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
57	Техника базового пилотирования (FPV и др.)	инструктаж	1	БАС	
58	Практическая работа «Первый взлет. Зависание на малой высоте. Посадка»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
59	Практическая работа «Полёт в определенной зоне. Вперед-назад, влево-вправо»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
60	Практическая работа «Практика свободных полётов на FPV дроне»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
61	Практическая работа «Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
62	Практическая работа «Облет препятствий»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	

63	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
64	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
65-66	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	2	БАС	
67-68	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	2	БАС	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ			68		

4 ГОД ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Модуль. Тема занятия	Метод/форма	Кол-во часов/ занятий	Место проведения	Дата
Модуль 1. Архитектура БАС					
1	Национальная безопасность в сфере БАС. Соревнования и чемпионаты в сфере БАС	Лекция	1	БАС	
2	Техника безопасности при взаимодействии с БАС в качестве специалиста и в качестве очевидца	Инструктаж	1	БАС	
3	Практическая работа «Корпус и винтомоторные группы БАС. Электродвигатели и сервоприводы»	Практическая работа	1	БАС	
4	Практическая работа «Бортовые контроллеры БАС. Драйверы и контроллеры скорости»	Практическая работа	1	БАС	
5	Практическая работа «Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер и др. Камеры и машинное зрение»	Практическая работа	1	БАС	
6	Практическая работа «Сборка БАС коптерного типа»	Практическая работа	1	БАС	
7	Практическая работа «Установка и настройка ROS. PID-Регуляторы»	Компьютерный практикум	1	БАС	
8	Практическая работа «Организация станции 3D-печати и ремонта БАС»	Компьютерный практикум	1	БАС	
9	Практическая работа «Основы авиамоделирования. Основы 3D моделирования»	Компьютерный практикум	1	БАС	
10	Практическая работа «Использование ПО для 3D моделирования»	Компьютерный практикум	1	БАС	
11	Практическая работа «Подготовка 3D модели к печати»	Компьютерный практикум	1	БАС	
12	Практическая работа «Особенности FPV-камер и видео передатчиков, шлема/очков/мониторов, антенн, сетка каналов, частоты»	Компьютерный практикум	1	БАС	
13	Практическая работа «Особенности радиосвязи, частоты, антенны. Пульты радиоуправления»	Компьютерный практикум	1	БАС	
14	Практическая работа «ПО обработки данных БАС. Ремкомплекты и ремонт»	Практическая работа	1	БАС	

Модуль 2. Управление БАС					
15	ПО планирования полётов	Лекция	1	БАС	
16	Практическая работа «Обучение. БВС самолётного типа»	Компьютерный практикум	1	БАС	
17	Практическая работа «Симулятор «Свобода самолёта»	Компьютерный практикум	1		
18	Практическая работа «Симулятор «Полёт среди звёзд»	Компьютерный практикум	1	БАС	
19	Практическая работа «Симулятор «Сборка платы»	Компьютерный практикум	1		
20	Практическая работа «Симулятор «Кольцо звёзд»	Компьютерный практикум	1	БАС	
21	Практическая работа «Симулятор «Зона звёзд»	Компьютерный практикум	1	БАС	
22	Практическая работа «Симулятор «Звёздный мост»	Компьютерный практикум	1	БАС	
23	Практическая работа «Симулятор «Автопилот по координатам»	Компьютерный практикум	1	БАС	
24	Практическая работа «Симулятор «Путеводные звёзды»	Компьютерный практикум	1	БАС	
Модуль 3. Программирование БАС					
25	Примеры на языке Python с разбором конструкций: типы данных, операторы ввода и вывода, оператор присваивания, условия, ветвления	Лекция	1	БАС	
26	Практическая работа «Примеры на языке Python с разбором конструкций: цикл с предусловием, цикл с параметром»	Компьютерный практикум	1	БАС	
27	Практическая работа «Примеры на языке Python с разбором конструкций: массивы»	Компьютерный практикум	1	БАС	
28	Практическая работа «Программирование светодиода»	Практическая работа	1	БАС	
29	Практическая работа «Прошивка платы WemosD1»	Практическая работа	1	БАС	
30	Практическая работа «Прошивка платы OrangePi»	Практическая работа	1	БАС	
31	Практическая работа «Программирование микроконтроллера»	Практическая работа	1	БАС	
32	Практическая работа «Схема мигающего диода»	Практическая работа	1	БАС	

33	Программирование взлета и посадки БПЛА. Практическая работа «Тестирование написанного кода в режимах взлёта и посадки»	Лекция Практическая работа	1	БАС	
34	Выполнение команды «разворот». Практическая работа «Выполнение команды «разворот»	Лекция Практическая работа	1	БАС	
35	Выполнение команды «изменение высоты». Практическая работа «Выполнение команды «изменение высоты»	Лекция Практическая работа	1	БАС	
36	Выполнение команды «изменение позиции». Практическая работа «Выполнение команды «изменение позиции»	Лекция Практическая работа	1	БАС	
37	Практическая работа «Программирование полёта»	Практическая работа	1	БАС	
38-40	Практическая работа «Программирование полёта по заданной траектории»	Практическая работа	3	БАС	
Модуль 4. Полетная практика					
41	Инструктаж и техника безопасности. Подготовка к полёту	Инструктаж	1	БАС	
42	Практическая работа «Практика свободных полётов на Tello»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
43	Практическая работа «Практика полётов на Tello по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1		
44	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
45	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально	1	БАС	

		оборудованном помещениях и полигонах)			
46	Практическая работа «Практика полётов на Tello в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
47	Практическая работа «Практика свободных полётов на Геоскан Пионер Мини»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
48	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
49	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
50	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
51	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер Мини в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
52	Практическая работа «Практика свободных полётов на Геоскан Пионер»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	

53	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
54	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
55	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
56	Практическая работа «Практика полётов на Геоскан Пионер в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
57	Техника базового пилотирования (FPV и др.)	инструктаж	1	БАС	
58	Практическая работа «Первый взлет. Зависание на малой высоте. Посадка»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
59	Практическая работа «Полёт в определенной зоне. Вперед-назад, влево-вправо»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
60	Практическая работа «Практика свободных полётов на FPV дроне»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	

61	Практическая работа «Полёт по кругу с удержанием и изменением высоты»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
62	Практическая работа «Облет препятствий»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
63	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
64	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне в спортивном режиме»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	1	БАС	
65-66	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне в спортивном режиме по заданной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	2	БАС	
67-68	Практическая работа «Практика полётов на FPV дроне в спортивном режиме по усложненной траектории»	Практикум (полет в специально оборудованном помещениях и полигонах)	2	БАС	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ			68		

7. Оценочный материал

Формы аттестации

Оценка качества освоения программы осуществляется в форме текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям, разделам) и итоговой аттестации в форме квалификационного экзамена слушателей по программе.

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с учебно-тематическим планом и рабочей программой.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебно-тематическим планом и рабочей программой.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией в форме квалификационного экзамена. Итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки слушателей. Итоговая аттестация является обязательной для слушателей.

Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу и проверку теоретических знаний.

Практическая квалификационная работа заключается в выполнении комплексного практического задания, в том числе в форме демонстрационного экзамена, в условиях, которые приближают оценочные процедуры к профессиональной деятельности.

В теоретическую часть задания включаются вопросы, позволяющие оценить наличие у слушателя знаний по разработке, эксплуатации и ремонту БАС.

Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Оценочные материалы обеспечивают проверку достижения планируемых результатов обучения по программе и используются в процедуре текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации.

Текущий контроль знаний проводится в формах, предусмотренных учебным планом.

Освоение программы, в том числе отдельной ее части (модуля), может сопровождаться промежуточной аттестацией, проводимой в формах, определенных учебным планом.

Промежуточная аттестация проводится в форме практических работ.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией в форме квалификационного экзамена.

Контрольно-оценочные средства для проведения итоговой аттестации

Квалификационный экзамен по курсу «Беспилотные авиационные системы» включает в себя два этапа и заключается в выполнении слушателями практического задания и сдаче устного экзамена.

Итоговая оценка уровня и качества подготовки определяется по результатам каждого этапа и носит комплексный характер.

Основными критериями при определении оценки по 1 теоретическому этапу являются:

- уровень освоения материала, предусмотренного программой курса.
- обоснованность, точность, краткость изложения ответов, как на вопросы экзаменационного билета, так и на дополнительные вопросы комиссии.

Основными критериями при определении оценки по 2 этапу – выполнения практического задания являются:

- качество выполнения задания – соответствие выполненной работы требованиям профессионального стандарта по профессии оператор БАС позволяющее определить уровень практических профессиональных умений и навыков;
- соответствие объема и времени выполнения работы;
- соблюдение при выполнении работы правил техники безопасности и организации рабочего места.

Оценка уровня и качества теоретических знаний и практических умений фиксируется по четырех балльной системе – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Задание выполнено на отличном уровне при условиях:

1. При изложении теоретических вопросов:

- полно раскрыто содержание материала в объеме программы;
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; правильно использованы термины;
- для доказательства использованы различные умения, сформулированы выводы;
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

2. При выполнении практического задания (техническая и летная эксплуатация БПЛА):

- полностью соответствует требованиям;
- работа выполнена самостоятельно.

Задание выполнено на хорошем уровне при условиях:

1. При изложении теоретических вопросов:

- раскрыто основное содержание материала;
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины;
- ответ самостоятельный;
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях.

2. При выполнении практического задания (техническая и летная эксплуатация БПЛА):

- соответствует требованиям;
- задание выполнено с небольшой помощью преподавателя.

Задание выполнено на удовлетворительном уровне при условиях:

1. При изложении теоретических вопросов:

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно;
- определения понятий недостаточно четкие;
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения допущены ошибки при их изложении;
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.

2. При выполнении практического задания (техническая и летная эксплуатация БПЛА):

- частично соответствует требованиям;
- слушатель выполняет задание с помощью преподавателя.

Задание выполнено на неудовлетворительном уровне при условиях:

1. При изложении теоретических вопросов:

- основное содержание учебного материала не раскрыто;
- не даны ответы на вспомогательные вопросы преподавателя;
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

2. При выполнении практического задания (техническая и летная эксплуатация БПЛА):

- не соответствует требованиям;
- слушатель не знает технологии эксплуатации БПЛА;
- были нарушены правила техники безопасности.

Формы контроля:

- практические работы;
- соревнования;
- мини-проекты.

Методы обучения:

– Познавательный (восприятие, осмысление и запоминание учащимися нового материала с привлечением наблюдения готовых примеров, моделирования, изучения иллюстраций, восприятия, анализа и обобщения демонстрируемых материалов).

– Метод проектов (при усвоении и творческом применении навыков и умений в процессе разработки собственных моделей).

– Систематизирующий (беседа по теме, составление систематизирующих таблиц, графиков, схем и т.д.).

– Контрольный метод (при выявлении качества усвоения знаний, навыков и умений и их коррекция в процессе выполнения практических заданий).

Форма организации работы обучающихся

- Групповая работа;
- Работа в парах;
- Индивидуальная работа;
- Индивидуально-групповая работа.

8. Ресурсное обеспечение

Продуктивность работы во многом зависит от качества материально- технического оснащения процесса, инфраструктуры организации и иных условий. Для успешного проведения занятий и выполнения Программы в полном объеме необходимо следующее оснащение.

Количество рабочих мест: 12				
Общая зона				
№	Наименование	Краткие (рамочные) технические характеристики	Вид	Количество
1	Стеллаж	(ШхГхВ) не менее 2000х500х1400 мм, не менее 3-х полок, металлический	Мебель	2
2	Лестница – стремянка	Рабочая высота, не менее 2 метров	Оборудование	1
3	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	Оборудование	2
4	Интерактивная панель	Диагональ не менее 75", разрешение не менее 3840х2160 (4K UHD), яркость не менее 500 кд/кв.м, контрастность не менее 5000:1 Lm	Оборудование	1
5	Ящики для хранения вещей	Пластиковые ящики с крышкой. Размеры (В*Ш*Г): не менее 55,5х39х29 см	Мебель	12
Малая полетная зона				
1	Малая полетная зона для тестовых полетов в защищенном пространстве	Сетчатый куб не менее чем 3х3х3м или частично огороженное сеткой пространство не менее 10-30 м ² с демпфирующим покрытием	Оборудование	1
2	Амортизирующие маты на пол общей полётной зоны	Маты для смягчения удара при падении коптеров. Матовое антибликовое покрытие с неоднородным рисунком	Оборудование	4
3	Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с БВС	Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену. Точность позиционирования – отклонение не более 2 см абсолютная, не более 1-3% от расстояния между маяками – относительная. • Питание: АКБ литий-полимерная емкость не менее 1000 мАч.	Оборудование	1
Основная полетная зона				
1	Основная полетная зона	Общая площадь не менее 100-300 м ² , ограждение защитной сеткой (потолок, периметр, крепление нижнего края)	Оборудование	1

2	Комплект трассы для полетов	Комплект включает в себя: – Световые ворота: не менее 2 шт. – Световое кольцо: не менее 2 шт. – Световой маркер: не менее 2 шт. – Считывающий модуль: не менее 3 шт. – Передатчик: не менее 3 шт. – Блок питания для элементов: в соответствии с кол-во световых ворот, световых колец, световых маркеров – Агусо-метока: не менее 2 шт. – Взлетно-посадочные площадки: не менее 2 шт. – Флаг, международный стандарт FAI F3U: не менее 3 шт. – Система засечки (9 транспондеров в комплекте): не менее 1 шт. – Транспортный чехол: наличие. – Ворота: не менее 2 шт.	Оборудование	1
3	Амортизирующие маты на пол общей полётной зоны	Маты для смягчения удара при падении коптеров. Матовое антибликовое покрытие с неоднородным рисунком	Оборудование	15
4	Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с БВС	Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену. Точность позиционирования – отклонение не более 2 см абсолютная, не более 1-3% от расстояния между маяками – относительная. Питание: АКБ литий-полимерная емкость не менее 1000 мАч.	Оборудование	1
Ремонтная станция и зона 3Д-печати				
1	Стол рабочий монтажника радиоаппаратуры	(ШхГхВ) не менее 1200х700х805 мм	Мебель	2
2	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников	Мебель	4
3	Стол компьютерный	Не менее 1300 х 740 х 730 мм	Мебель	2
4	3D принтер	Технология печати: FDM или FFF. Максимальная область печати не менее 200×200×210 мм. Минимальная толщина слоя не более 10 мкм. Скорость печати до 100 см³/час. Закрытый тип корпуса. Габариты: не более 495х430х390 мм (без упаковки). Масса не более 20 кг (без упаковки). Максимальная мощность: не более 450 Вт	Оборудование	2
5	Программное обеспечение для создания 3D моделей	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей	Программное обеспечение	2
6	Программа для печати 3D принтера	Программное обеспечение для отправки их на печать на 3D принтере	Программное обеспечение	2

7	Паяльная станция с феном	Напряжение на входе: не менее 220 В ~ 50 Гц. Напряжение на выходе: не менее 29 В. Потребляемая мощность: не более 750 Вт. Диапазон настройки температуры: не менее 100°C - 480°C. Температура воздушного потока в ждущем режиме: не более 50°C. Объем воздушного потока: не менее 120 л/мин. (макс.)	Оборудование	2
8	Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный	Напряжение и мощность: не менее 220-240В, 50 Гц. Потребляемая мощность: 23 Вт. Производительность: не менее 0.5 м³/мин. Сменный фильтр	Оборудование	2
9	Клеевой пистолет	Время нагрева до рабочей температуры не более 5 мин. Диаметр клея не более 7 мм. Напряжение питания не более 220 В. Материал сопла алюминий.	Оборудование	2
10	Набор надфилей	Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский/полукруглый/круглый/треугольный/квадратный. Длина не менее 140 мм.	Оборудование	2
11	Штангенциркуль	Диапазон измерений 0-150 мм Шаг измерения не менее 0.02 мм Погрешность измерения не менее ±0.02 мм	Оборудование	2
12	Набор шарнирногубцевого инструмента	Комплектация: - длинногубцы для точных работ не менее 125 мм, - бокорезы для точных работ не менее 115 мм., - плоскогубцы для точных работ не менее 120 мм.	Оборудование	2
13	Ключи для пропеллеров	Универсальные гаечные ключи для шестигранных гаек М3, М4, М5, М8, М10	Оборудование	2
14	Набор инструментов для пайки	Комплектация: мультиметр; оловоотсос; подставка для паяльника; пинцет 1 шт.; щипцы 1 шт.; губка для чистки паяльника 1 шт.; стриппер для зачистки проводов 1 шт.; сумка 1 шт.	Оборудование	2
15	Держатель "Третья рука" с лупой	Количество зажимов: не менее 2 Кратность лупы: не менее 2.5	Оборудование	2
16	Коврик для пайки	Силиконовый, термоустойчивый	Оборудование	2
17	Прибор измерения напряжения батареи	Вход: 1-8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; диапазон измерений напряжения на банке не менее 0.5 и не более 7 В; диапазон измерений напряжения всего блока: не менее 3.7 В.	Оборудование	2
18	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	Оборудование	2
19	Зажим для моторов	Диапазон зажима: 17-28 мм	Оборудование	2
20	Набор шестигранных ключей удлиненных	В комплекте не менее одно ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм	Оборудование	2

21	Набор отверток для точных работ	Комплектация: не менее 3-х отверток типа SL3 не менее 2-х отверток типа PH0 1 отвертка PH1 Материал: усиленная инструментальная сталь.	Оборудование	2
22	Торцевой ключ	M3; Длина не более 165 мм	Оборудование	2
23	Кримпер	Для коннекторов типа RJ со снятием изоляции, вес не менее 0.3 кг	Оборудование ИТ	2
24	Шуруповерт + набор бит	Напряжение не менее 12В Тип питания: от аккумулятора Мах крутящий момент не менее 36 Нм Тип двигателя: бесщеточный	Оборудование	2
25	Ноутбук	Комплектация не хуже, чем: CPU i5 / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, наличие портов HDMI и LAN Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	Оборудование ИТ	2
26	Мышь компьютерная	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	Оборудование ИТ	2
27	Ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера	Ремкомплект, совместимый с программируемым учебным набором квадрокоптера	Оборудование	20
28	Ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера	Ремкомплект, совместимый с конструктором спортивного квадрокоптера	Оборудование	15
29	Тумба для инструментов слесарная	(ШхГхВ) не менее 46х64х84 мм, не менее 3-х полок, металлический	Мебель	2
Рабочее место учащегося				
1	Программируемый учебный набор квадрокоптера	Тип: Квадрокоптер с возможностью программирования и полета в рамках помещения. Продолжительность полета: не менее 10 минут Максимальная скорость полета: не менее 20 км/ч Масса квадрокоптера: не более 500 г Размеры: не менее 150 x 140 x 35 мм Аккумуляторная батарея: не менее 2 шт. Камера: наличие	Оборудование	12

		Максимальная дальность полета: не менее 50 м Допустимая скорость ветра: не менее 5 м/с Совместимость с системой ультразвуковой навигацией в помещении: соответствие. Возможность автономных полетов по Aruco меткам: наличие. Возможные вариативные целевые нагрузки: Бортовой модуль для навигации в помещении, ГЛОНАСС-модуль, камера машинного зрения, светодиодный-модуль, модуль захвата груза, камера технического зрения с встроенным вычислительным модулем.		
2	Программируемый учебный квадрокоптер	Вес: не более 100г Размеры в сборе: не менее 160×120×35 мм Продолжительность полета: не менее 10 минут Воздушная скорость: не более 20 км/ч Максимальная дальность полета: не менее 50 м Тип АКБ: литий-полимерный (LiPo 1S) Номинальное напряжение: 3,7В Емкость: не менее 1000 мАч Аккумуляторная батарея: не менее 2 шт. Камера: наличие	Оборудование	8
3	Конструктор спортивного квадрокоптера	Набор комплектующих, необходимых для сборки спортивного квадрокоптера. Квадрокоптер с возможностью программирования и полета в рамках помещения. Управление дроном с помощью пульта дистанционного управления и камеры. Скорость полета: не менее 65 км/ч Масса квадрокоптера: не более 500 г	Оборудование	12
4	Дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров	Аккумуляторы, совместимые с программируемыми учебными наборами квадрокоптеров и (или) спортивными квадрокоптерами	Оборудование	48
5	FPV видео-очки (видео-шлем)	FPV видео-очки, совместимые со спортивным квадрокоптером и программируемым учебным коптером	Оборудование	12
6	Клеевой пистолет	Время нагрева до рабочей температуры не более 5 мин. Диаметр клея не более 7 мм. Напряжение питания не более 220 В. Материал сопла алюминий.	Оборудование	12
7	Набор надфилей	Количество в наборе не менее 10 шт. Форма плоский/полукруглый/круглый/треугольный/квадратный.	Оборудование	12

		Длина не менее 140 мм.		
8	Штангенциркуль	Диапазон измерений 0-150 мм Шаг измерения не менее 0.02 мм Погрешность измерения не менее ± 0.02 мм	Оборудование	12
9	Набор шарнирногубцевого инструмента	Комплектация: длинногубцы для точных работ не менее 125 мм, бокорезы для точных работ не менее 115 мм., плоскогубцы для точных работ не менее 120 мм.	Оборудование	12
10	Ключ для пропеллеров	Универсальные гаечные ключи для шестигранных гаек М3, М4, М5, М8, М10	Оборудование	12
11	Прибор измерения напряжения LiPo батареи	Вход: 1-8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; диапазон измерений напряжения на банке: не менее 0.5 не более 7 В; диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В.	Оборудование	12
12	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	Оборудование	12
13	Зажим для моторов	Диапазон зажима: 17-28 мм	Оборудование	12
14	Набор шестигранных ключей удлиненных	В комплекте не менее одно ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм	Оборудование	12
15	Набор отверток для точных работ	Комплектация: не менее 3-х отверток типа SL3 не менее 2-х отверток типа PH0 1 отвертка PH1 Материал: усиленная инструментальная сталь.	Оборудование	12
16	Торцевой ключ	М3; Длина не более 165 мм	Оборудование	12
17	Кримпер	Для коннекторов типа RJ со снятием изоляции, вес не менее 0.3 кг	Оборудование	12
18	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: CPU i5 / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, наличие портов HDMI и LAN, наличие дискретной видеокарты. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции.	Оборудование IT	12
19	Десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ)	Управление – подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиоуправления. Уровни – не менее 5 карт; Многопользовательский режим – доступен. Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность использования БАС различных типов: мультироторный, самолетный или гибридный. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг.	Программное обеспечение	12

		Возможность эмуляции погодных условий. Прямое подключение к стенду пилотирования БАС. Отображение статистики по полету пользователя. Возможность просмотра эталонного полета.		
20	Фотограмметрическое программное обеспечение	Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и пост-обработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений	Программное обеспечение	12
21	Компьютерная мышь	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	Оборудование IT	12
22	Симулятор для автономных полетов	Симулятор трехмерной робототехники с Открытым исходным кодом Встроенные инструменты для работы с ROS Встроенные инструменты для работы с OpenCV Встроенные инструменты для написания программного кода автономного полета коптера Встроенные инструменты для симуляции автономного полета по написанному коду Встроенные инструменты для распознавания Агисомаркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты	Программное обеспечение	12
23	Программное обеспечение для трехмерного моделирования	Пакет для создания компьютерной графики, распространяемый по лицензии открытого программного обеспечения, включающий в себя средства 3D моделирования, анимации, рендеринга, постобработки видео	Программное обеспечение	12
24	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников	Мебель	12
25	Тумба для инструментов слесарная	(ШхГхВ) не менее 46х64х84 мм, не менее 3-х полок, металлический	Мебель	12
26	Стол компьютерный	Не менее 1300 х 740 см х 730 мм	Мебель	12
27	Корзина мусорная	Не менее 10 литров	Мебель	12
28	Совок и щётка	Пластик, щетина – полимерный ворс	Оборудование	1
Рабочее место преподавателя/мастера производственного обучения				
1	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: CPU i5 / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, наличие портов HDMI и LAN	Оборудование IT	1

		Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции		
2	Пульт радиоуправления	Пульт радиоуправления для подключения к ноутбуку (или ПЭВМ). Подключение – по кабелю USB Type A или USB Type C. Количество каналов – не менее 6.	Оборудование	1
3	Десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ)	Управление – подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиоуправления. Уровни – не менее 5 карт; Многопользовательский режим – доступен. Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность использования БАС различных типов: мультироторный, самолетный или гибридный. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг. Возможность эмуляции погодных условий. Прямое подключение к стенду пилотирования БАС. Трансляция параметров полета в режиме реального времени. Отображение статистики по полету пользователя.	Программное обеспечение	1
4	Компьютерная мышь	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	Оборудование ИТ	1
5	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1200х700х840 мм	Мебель	2
6	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья	Мебель	1
7	МФУ	МФУ, А4, А3, не менее 38 стр/мин, не менее 512 мб, факс, LCD, Сетевой, двухсторонняя печать	Оборудование ИТ	1
8	Маршрутизатор	рассчитанный на 15-20 рабочих мест	Оборудование ИТ	1
9	Роутер	5g Wi-Fi роутер	Оборудование ИТ	2
Вариативная часть / Дополнительное оборудование, возможное к закупке				
1	Стенд пилотирования БАС	Стенд пилотирования БАС с установленным БАС соответствующего типа	Оборудование	1
2	VR шлем (шлем виртуальной реальности)	Тип – автономный. Общее разрешение – не менее 1920х1080. Объем оперативной памяти – не менее 8 Гб. Объем встроенной памяти – не менее 128 Гб. Поддержка беспроводных интерфейсов – Bluetooth, Wi-Fi.	Оборудование	1

		Питание – аккумулятор встроенный. Наличие разъема USB Type-C.		
3	Программное обеспечение для шлема виртуальной реальности	Управление – подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиоуправления. Уровни – не менее 5 карт; Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность отработки навыков сборки/разборки/настройки БАС. Трансляция параметров полета в режиме реального времени. Отображение статистики по полету пользователя.	Программное обеспечение	1
Охрана труда и техника безопасности				
1	Аптечка	Медицинская, для оказания первой доврачебной помощи	Охрана труда	2
2	Огнетушитель	Тип порошковый, объем не менее 1 л.	Охрана труда	1
3	Огнеупорный сейф/сумка для хранения для безопасного хранения АКБ	Сейф сохранности документов и ценностей при пожаре. Огнестойкость: ГОСТ Р 57384-2017: класс 60Б./Огнеупорная сумка для аккумуляторов. Изготовлена из высококачественного термостойкого материала.	Охрана труда	1
3	Кулер	19 л (холодная/горячая вода)	Охрана труда	1
4	Халат	100% хлопок, тип застежки - пуговицы	Техника безопасности	12
5	Очки защитные	Прозрачные, открытые, защита от мелких частиц безопасности	Техника	12
6	Перчатки	Перчатки ХБ с ПВХ	Техника безопасности	12

9. Список литературы

1 Нормативные правовые акты, иная документация

1.1 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2023 г. № 1630-р «Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года» –

<http://static.government.ru/media/files/3m4AHa9s3PrYTDr316ibUtyEVUpnRT2x.pdf>

1.2 Постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. N 658 «Об утверждении Правил государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) - <https://base.garant.ru/72255560/>

1.3 Постановление Правительства РФ от 11 марта 2010 г. N 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) - <https://base.garant.ru/197839/>

2 Основная литература

2.1. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 191 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10061-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/541222>

2.2. Стогний, В. В. Аэрогеофизика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Стогний. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 242 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-15365-1. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/544227>

2.3. Шатраков, Ю. Г. Организация обслуживания воздушного движения: учебник для среднего профессионального образования / А. Д. Филин, А. Р. Бестугин; под научной редакцией Ю. Г. Шатракова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 606 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-17669-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/540828>

3 Дополнительная литература

3.1 Гребенников А.Г., Мялица А.К., Парфенюк В.В. и др. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов / ОИЦ «Академия», 2015 (6-ое изд.)

3.2 Завалов О.А. Современные винтокрылые беспилотные летательные аппараты: учебное пособие / ОИЦ «Академия», 2015 (6-ое изд.)

3.3 Килби Т., Дроны с нуля: Пер. с англ. / Т. Килби, Б. Килби. – СПб.: БХВ- Петербург, 2016. – 192 с.

3.4. Яценюков В.С., Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика, БХВ-Петербург, 256 с.

4 Интернет-ресурсы

4.1 Учёт беспилотных воздушных судов - <https://favt.gov.ru/dejatelnost-ucet-bespilotnyh-grajdanskikh-vozdyshnih-sudov/>

4.2 Документация «Геоскан-Пионер» <https://docs.geoscan.aero/ru/master/>

4.3 Документация по учебному конструктору программируемого квадрокоптера «Клевер» <https://clover.coex.tech/ru/>

5 Электронно-библиотечная система

5.1 ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>

5.2 ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/>

5.3 Электронная библиотека|ноц59.рф <https://ноц59.рф/literatura-bpla>