

РАССМОТРЕНА на педагогическом совете протокол от 22.01.2025г. №5	УТВЕРЖДЕНА приказ от 22.01.2025г. №16	
---	---	--

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ
ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

Возраст обучающихся: 12 - 16 лет
Продолжительность реализации
программы: 1 год

Автор программы:

Скороходов Павел Александрович - учитель
информатики

Лаптев Александр Александрович – учитель истории
Кирюшкина Елена Викторовна – педагог
дополнительного образования

Место реализации:

МБОУ-СОШ №1 г. Аркадака Саратовской области»

Содержание

1. Пояснительная записка.....	3-6
2. Учебный план программы.....	6
3. Учебно- тематический план	6-10
4. Содержание программы... ..	10-13
5. Календарный учебный график.....	14
6. Оценочные материалы.....	15-17
7. Ресурсное обеспечение.....	17-19
8. Список литературы	19-20

1. Пояснительная записка

1.1 Введение

Беспилотные авиационные системы (БАС) стремительно и широко входят в нашу повседневную жизнь. Они используются геодезистами для изучения местности, почтовыми службами и интернет–магазинами для доставки посылок и товаров, кинооператорами и клипмейкерами для видеосъемки с высоты. БАС – это радиоуправляемое воздушное судно, которым пилот управляет визуально пультом или дистанционно с помощью FPV очков, то есть пилот видит полет «глазами БАС» благодаря камере, установленной на нем.

Одно из главных преимуществ БАС – исключение опасности для человека при выполнении поставленной задачи. Очень скоро беспилотники станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать их не только в средствах массовой информации, развлекательных сферах, но и в проведении воздушного мониторинга общественной и промышленной безопасности, участии в поисково–спасательных операциях, метеорологических исследованиях, разведке, мониторинге сельскохозяйственных угодий, доставке грузов, кинематографии, изобразительном искусстве, обучении и многом другом.

Дополнительная образовательная программа предоставляет возможность компенсировать недостатки школьной программы, получить практические навыки и знания, выходящие за рамки школьной программы по физике и информатике. Параллельно программа способствует решению проблемы патриотического воспитания молодежи в современной России. Воспитание — это социальный заказ общества и государства

1.2 Нормативные основания для 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 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»;
- 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 04.09.2024 № 1726–р»;
- 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».

1.3. Направленность программы

Дополнительная общеразвивающая программа «беспилотные авиационные системы» имеет научно-техническую направленность.

1.4. Актуальность программы

Современный период развития общества характеризуется масштабными изменениями в окружающем мире, влекущими за собой пересмотр социальных требований к образованию, предполагающими его ориентацию не только на усвоение обучающимся определенной суммы знаний, но и на развитие его личности, а также овладение метапредметными компетенциями.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Новизна этой программы заключается в интеграции современных и инновационных достижений в области малой беспилотной авиации, а также использовании цифровых технологий, включая цифровой образовательный контент.

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.

1.5 Цель и задачи программы

Цель обучения: приобщить обучающихся к техническому творчеству, развитие интеллектуальных способностей, познавательного интереса к беспилотным авиационным системам и профессиональной ориентации обучающегося.

Задачи программы:

Обучающие:

- выработка навыков пилотирования беспилотных летательных аппаратов;
- дать первоначальные знания о конструкции беспилотных летательных аппаратов;
- научить правилам обслуживания, сборки беспилотных летательных аппаратов;
- научить программированию БАС;
- ознакомить с правилами безопасной работы с инструментами;
- ознакомить с принципом работы авиамодельных двигателей и их грамотной эксплуатации;
- дать первоначальные знания по радиоэлектронике и обучить принципам работы радиопередающего оборудования, его настройкой;
- дать знания в области 3D–моделирования и проектирования БАС;
- обучить правилам безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Развивающие:

- развить у обучающихся элементы технического мышления, изобретательности и творческой инициативы;
- развить глазомер, быстроту реакции;
- развить усердие, терпение в освоении знаний;
- формировать осознание роли техники и технологий для прогрессивного развития общества;
- повышение сенсорной чувствительности, развитие мелкой моторики и синхронизации работы обеих рук за счет обучения пилотирования беспилотных летательных аппаратов;
- развитие психофизиологических качеств учеников: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

Воспитательные:

- воспитать интерес к технике и труду, развивать творческие способности и формировать конструкторские умения и навыки;
- привить культуру производства и сборки беспилотных авиационных систем;
- сформировать чувства коллективизма, взаимопомощи;
- воспитать волю, чувство самоконтроля, ответственности;
- сформировать сознательное отношение к безопасности труда при изготовлении моделей;
- воспитать гражданственность, толерантность, духовно–нравственное самосознание;
- формировать патриотическую позицию подростка через включение его в техническое творчество и познавательную деятельность.

1.6 Сроки реализации и объем программы

Программа «Беспилотные авиационные системы» рассчитана на 1 год обучения. Объем программы-72 часа, занятия проводятся два раза в неделю по два академических часа.

1.7 Формы занятий организации образовательной деятельности и режим

Программой предусмотрены следующие методы и формы обучения на занятиях:

- **проектно-ориентированное обучение**, которое позволяет обучающимся принимать активное участие в разработке и реализации реальных проектов, связанных с использованием БАС;
- **интерактивные методы обучения**, такие как симуляции и виртуальные лаборатории, специальные программные комплексы для моделировать различных сценариев полета дронов;
- **практические занятия**, позволяют отработать навыки управления дроном, оценить его поведение в различных ситуациях и усовершенствовать технику пилотирования;
- **теоретические лекции и семинарские занятия**, направленные на изучение основ беспилотных авиационных систем, принципов полета и управления, технического устройства и аспектов применения БАС в различных отраслях;
- **соревновательный метод**–это способ выполнения практических упражнений в форме соревнований. Сущность которого является использование соревнований в качестве средства повышения уровня подготовленности обучающихся.

Формами организации занятий являются групповая (теоретическая часть) и индивидуально–групповая (практическая часть). Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом 10 минут.

1.8 Условия набора на программу дополнительного образования

Образовательные организации руководствуются внутренними нормативно – правовыми основаниями при формировании процесса набора и укомплектовки групп на программы дополнительного образования.

- информационная кампания: образовательное учреждение проводит разъяснительную и информационную кампанию среди обучающихся, родителей и законных представителей, распространяет информация о предлагаемых программах, их содержании, сроках и условиях проведения;
- приём в объединения дополнительного образования осуществляется на основе интересов и потребностей ребёнка.

Критерии формирования групп:

возрастные группы (формирование групп происходит с учетом возрастных категорий обучающихся, что позволяет более эффективно организовать учебный процесс и учитывать особенности развития каждого возраста)

2. Учебный план

Наименование уровня программы	Наименование модуля/тема	Всего часов	Теория	Практика
Базовый уровень изучения.	Модуль №1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС»	5	5	0
	Модуль №2. «Техническое устройство и компоненты БАС»	10	6	4
	Модуль №3. «Принципы полета и управления БАС»	10	2	8
	Модуль №4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python»	5	0	5
	Модуль №5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи Python»	5	3	2
	Модуль №6. «Использование датчиков БАС и сбор данных»	4	2	2
	Модуль №7. «Обработка и анализ данных полета БАС»	4	0	4
	Модуль №8. «Применение БАС в различных отраслях»	4	4	0
	Модуль №9. «3D – моделирование и проектирование БАС»	10	2	8
	Модуль №10. «Гонимый БАС»	15	2	13
	Итого	72	26	46

3. Учебно-тематический план

Наименование уровня программы	Наименование модуля/тема	Всего часов	Теория	Практика	Форма контроля	ЦОК
Базовый уровень изучения.	Модуль №1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС»	5	5	0	Тест	ЦОК 1
	Тема 1. Вводное занятие (техника безопасности)	1	1	0		
	Тема 2. Теоретические основы БАС	1	1	0		
	Тема 3. Архитектура БАС	2	2	0		
	Тема 4. Значение и применения БАС в современном мире	1	1	0	Опрос в рамках пройденных тем	
	Модуль №2. «Техническое устройство и компоненты БАС»	10	6	4	Тест	ЦОК 2
	Тема 1. Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного типов	3	3	0		
	Тема 2. Классификация беспилотных летательных аппаратов	2	2	0		
	Тема 3. Комплекс управления БАС	3		3		
	Тема 4. Российские производители БАС и их цели	2	2	0	Опрос в рамках пройденных тем	
	Модуль №3. «Принципы полета и управления БАС»	10	2	8	тест	ЦОК 3
	Тема 1. Безопасность полётов	1	1	0		
	Тема 2. Техника базового пилотирования FPV	2	-	2		
	Тема 3. Управление БАС	2	0	1		
	Тема 4. Практика полётов БАС	1	0	1	Практическое задание	

Тема 5. Аэродинамика и динамика полёта	1	0	1		
Тема 6. Полёты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг	1	0	1		
Тема 7. Захват груза	1	0	1		
Тема 8. Выполнение контрольного полётного задания	1		1	Выполнить полет с поднятием груза	
Модуль №4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python»	5	0	5	тест	ЦОК 4
Тема 1. Основы программирования БАС на Python	1		1		
Тема 2. Работа со списком данных	1		1		
Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС	1		1		
Тема 4. Создать скрипт на языке программирования Python для самостоятельного управления квадрокоптером в помещении без использования сигнала GPS	2		2	Практическое задание	
Модуль №5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи Python»	5	2	3	Тест	ЦОК 5
Тема 1. Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов. (программирование автономного полета) (Outdoor и Indoor)	1		1		
Тема 2. Общие сведения о языке программирования PYTHON	1		1		
Тема 3. Реализация PYTHON в программировании дронов	1		1		
Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС	1		1		
Тема 5. Создать скрипт на языке программирования PYTHON	1		1	Практическое задание	

Модуль №6. «Использование датчиков БАС и сбор данных»	4	1	3	Тест	ЦОК 6
Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных	1		1		
Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS	1		1		
Тема 3. Датчики при сборке в мастерской	2		2	Практика сборки	
Модуль №7. «Обработка и анализ данных полета БАС»	4	0	4	Тест	ЦОК 7
Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки	2	1	1		
Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки	2	1	1		
Модуль №8. «Применение БАС в различных отраслях»	4	4	-	тест	ЦОК 8
Тема 1. Технология применения БАС в геодезии и картографии	1	1			
Тема 2. Технологии применения БАС в других отраслях, таких как: – лесное хозяйство; – охрана окружающей среды; – сельскохозяйственные работы	3	3		Проектная работа. Доклад о технологии и применении	
Модуль №9. «3D – моделирование и проектирование БАС»	10	2	28	тест	ЦОК 9
Тема 1. Основы авиамоделирования самолетного типа	2	1	1		
Тема 2. Основы 3D – моделирования	2	2			
Тема 3. ПО для 3D – моделирования	1		1		
Тема 4. Подготовка 3D – модели к печати	1		1		
Тема 5. Использование 3D–принтера для печати комплектующих	1		1		

Тема 6. Выбор навесного оборудования БАС	1		1		
Тема 7. Материалы для производства БАС	1		1	Произвести модель для печати.	
Модуль №10. «Гоночный БАС»	15	2	13	Тест	ЦОК 10
Тема 1. Гоночный БАС	2	1	1		
Тема 2. Классы, правила, судейство	3	1	2		
Тема 3. Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства	4		4		
Тема 4. Гоночные трассы». 1) В открытом пространстве 2) На FPV	4		4		
Тема 5. Прохождение гоночного испытания	2		2	Прохождение гоночного испытания	
	72	26	46		

4. Содержание программы

4.1. Базовый уровень освоения

Модуль № 1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура БАС».

Тема 1. Вводное занятие. Техника безопасности.

Лекция: Инструктаж по технике безопасности. Техника безопасности. Правила поведения в помещении, где проводятся занятия.

Тема 2. Теоретические основы БАС.

Лекция: Знакомство с беспилотными авиационными системами (БАС).

Определение Беспилотной Авиационной Системы (БАС).

Тема 3. Архитектура БАС.

Лекция: Значение архитектуры для эффективного функционирования и управления БАС. Компоненты БАС самолетного типа.

Тема 4. Значение и применения БАС в современном мире.

Лекция: Роль технических характеристик и различных видов БАС в решении различных задач.

Модуль № 2. «Техническое устройство и компоненты БАС».

Тема 1. Основные технические характеристики БАС, вертолетного и самолетного типов.

Лекция: Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного типов.

Тема 2. Классификация беспилотных летательных аппаратов.

Лекции: Виды и технические характеристики БАС: Аэростатические БАС, Реактивные БАС, БАС самолетного типа, БАС вертолетного типа, мультикоптерные и гибридные БАС.

Тема 3. Комплекс управления БАС.

Практика: Способы оборудования управления системы БАС.

Тема 4. Российские производители БАС и их цели.

Лекция: Основные Российские производители БАС. Вклад в развитие отечественной индустрии БАС.

Модуль № 3. «Принципы полета и управления БАС».

Тема 1. Безопасность полетов.

Лекция: Определение безопасности полетов в контексте БАС. Значение безопасности для эффективного и надежного функционирования БАС. Анализ рисков и опасностей.

Практика: Выполнение безопасного полета.

Тема 2. Техника базового пилотирования FPV.

Практика: Тренажер FPV, управление БАС. В симуляторе выполните взлет с точки старта и посадку на точно обозначенную площадку, используя FPV – режим для управления. Пролетите сквозь серию ворот или между обозначенными маркерами, сохраняя стабильную высоту и скорость, в режиме FPV. Выполните полет по заранее заданному маршруту с изменением высоты, используя как FPV, так и вид с третьего лица для сравнения эффективности управления. Выполните серию разворотов на 180 градусов на ограниченной территории, используя FPV для точного маневрирования. Выполните задачу по сбору объектов с различных точек карты, используя FPV для навигации и точности при приближении к каждому объекту.

Тема 3. Управление БАС.

Лекция: Принципы управления самолетными БАС. Практика: выполните взлет БАС самолетного типа, достигните заданной высоты и стабилизируйте полет на прямой линии. Осуществите серию поворотов.

Тема 4. Практика полетов БАС.

Практика: Практика полетов БАС.

Тема 5. Аэродинамика и динамика полета.

Практика: Выполните полет на дроне в симуляторе при различных условиях полета. (Задание включает в себя выполнение маневров высшего пилотажа, полеты на разной скорости и высоте, а также в различных погодных условиях).

Тема 6. Полеты в ограниченном пространстве, дрон – рейсинг.

Практика: Выполните задание полет дрона в ограниченном пространстве, внутри здания или сквозь узкие проходы между препятствиями.

Тема 7. Захват груза.

Практика: Выполните задание захват и перемещение груза, аккуратная транспортировка.

Тема 8. Выполнение контрольного полетного задания.

Практика: Выполните контрольное задание по модулю. Пролететь трассу.

Модуль № 4. «Программирование для полетов внутри помещения. Python».

Тема 1. Основы программирования БАС на Python.

Практика: Основные понятия о программировании и управлении БАС. Основные функции программного полета. Операционные системы и программы для программирования полета.

Тема 2. Работа со списком данных

Практика: Программирование алгоритмов управления БАС.

Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Практика: Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Тема 4. Практическое задание: Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа внутри помещения (В отсутствии GPS сигнала).

Модуль № 5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи C++».

Тема 1. Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов (программирование автономного полета Outdoor и Indoor).

Практика. Разработать алгоритм автономного полета Outdoor и Indoor.

Тема 2. Общие сведения о языке программирования C++.

Лекция: Основные понятия. Алфавит языка. Простые операции.

Тема 3. Реализация C++ в программировании дронов.

Практика: Применение практических навыков программирования.

Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС.

Практика: Программировать беспилотник на выполнение простейших действий «вверх, вниз», «влево, вправо».

Тема 5. Написать программу на C++.

Практика: Выполнить скрипт написания программы.

Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».

Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных.

Лекция: Как работают датчики. Роль датчиков на устройстве. Практика: как датчики работают с информацией.

Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS.

Лекция: Определение датчиков и их роль в системе управления и навигации БАС.

Значение датчиков для обеспечения автономности, стабильности и безопасности полета.

Практика: Интегрируйте датчики в систему управления дрона, подключив их к ардуино–контроллеру полета.

Тема 3. Датчики при сборке в мастерской.

Практика: Тренажер Дальномер расстояние в мастерской.

Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».

Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки.

Лекция: Изучение технологии сбора и обработка данных фотограмметрия съемки.

Практика: Анализ полученных данных по средствам фотограмметрической съемки.

Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки.

Практика: Программирование алгоритмов управления БАС.

Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Практика: Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Тема 4. Практическое задание: Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа внутри помещения (В отсутствии GPS сигнала).

Модуль № 5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи C++».

Тема 1. Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов (программирование автономного полета Outdoor и Indoor).

Практика. Разработать алгоритм автономного полета Outdoor и Indoor.

Тема 2. Общие сведения о языке программирования C++.

Лекция: Основные понятия. Алфавит языка. Простые операции.

Тема 3. Реализация C++ в программировании дронов.

Практика: Применение практических навыков программирования.

Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС.

Практика: Программировать беспилотник на выполнение простейших действий «вверх, вниз», «влево, вправо».

Тема 5. Написать программу на C++.

Практика: Выполнить скрипт написания программы.

Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».

Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных.

Лекция: Как работают датчики. Роль датчиков на устройстве. Практика: как датчики работают с информацией.

Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS.

Лекция: Определение датчиков и их роль в системе управления и навигации БАС.

Значение датчиков для обеспечения автономности, стабильности и безопасности полета.

Практика: Интегрируйте датчики в систему управления дрона, подключив их к ардуино–контроллеру полета.

Тема 3. Датчики при сборке в мастерской.

Практика: Тренажер Дальномер расстояние в мастерской.

Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».

Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки.

Лекция: Изучение технологии сбора и обработка данных фотограмметрия съемки.

Практика: Анализ полученных данных по средствам фотограмметрической съемки.

Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки.

Практика: Программирование алгоритмов управления БАС.

Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Практика: Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Тема 4. Практическое задание: Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа внутри помещения (В отсутствии GPS сигнала).

Модуль № 5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи C++».

Тема 1. Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов (программирование автономного полета Outdoor и Indoor).

Практика. Разработать алгоритм автономного полета Outdoor и Indoor.

Тема 2. Общие сведения о языке программирования C++.

Лекция: Основные понятия. Алфавит языка. Простые операции.

Тема 3. Реализация C++ в программировании дронов.

Практика: Применение практических навыков программирования.

Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС.

Практика: Программировать беспилотник на выполнение простейших действий «вверх, вниз», «влево, вправо».

Тема 5. Написать программу на C++.

Практика: Выполнить скрипт написания программы.

Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».

Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных.

Лекция: Как работают датчики. Роль датчиков на устройстве. Практика: как датчики работают с информацией.

Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS.

Лекция: Определение датчиков и их роль в системе управления и навигации БАС.

Значение датчиков для обеспечения автономности, стабильности и безопасности полета.

Практика: Интегрируйте датчики в систему управления дрона, подключив их к ардуино–контроллеру полета.

Тема 3. Датчики при сборке в мастерской.

Практика: Тренажер Дальномер расстояние в мастерской.

Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».

Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки.

Лекция: Изучение технологии сбора и обработка данных фотограмметрия съемки.

Практика: Анализ полученных данных по средствам фотограмметрической съемки.

Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки.

5. Календарный учебный график

Наименование (номер) группы	Сроки реализации, количество учебных недель	Дисциплины (модули). Базовый уровень освоения	Всего академ. часов в год	Количество занятий в неделю	Продолжительность. одного занятия (мин)
1	2	Модуль № 1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».	8	2	40
1	4	Модуль № 2. «Техническое устройство и компоненты БАС».	8	2	40
1	18	Модуль № 3. «Принципы полета и управления БАС».	36	2	40
1	5	Модуль № 4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python».	10	2	40
1	5	Модуль № 5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи C++».	10	2	34
1	6	Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».	12	2	40
1	4	Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».	8	2	40
1	6	Модуль № 8. «Применение БАС в различных отраслях»	12	2	40
1	15	Модуль № 9. «3D – моделирование и проектирование БАС».	30	2	450
1	5	Модуль № 10. «Гоночный БАС».	10	2	45

6. Оценочные материалы

6.1. Формы диагностики успешного освоения модулей программы

Наименование модуля	Формы занятий	Формы подведения итогов	Уровни освоения знаний		
			Низкий уровень знаний	Средний уровень знаний	Отсутствие знаний
Базовый уровень освоения программы					
Модуль № 1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».	Лекции, дискуссии (теоретические занятия)	Опрос слушателей по пройденным темам, подведение итогов диагностики освоения модуля. Темы для опроса: - правила техники безопасности; - определение БАС; - компоненты БАС; - значение и применение БАС; - роль БАС в современном мире, какие задачи решают при помощи БАС	Отсутствие знаний, слабые знания о пройденном материале	Незначительные затруднения в ответах по терминологии и определениях БАС	Прочные знания в правилах техники безопасности, определениях, применении и структуре БАС
Модуль № 2. «Техническое устройство и компоненты БАС».	Лекции, дискуссии (теоретические занятия). Практическое занятие	Опрос слушателей по пройденным темам, подведение итогов диагностики освоения модуля. - технические характеристики БАС (вертолетного/самолетного типа); - Классификации БАС; - Российские производители БАС	Отсутствие знаний, слабые знания о пройденном материале	Незначительные пробелы в знаниях терминологии и определениях технического устройства БАС	Прочные знания в области технического устройства. Знания по параметрам классификации БАС. Технические характеристики самолетного и вертолетного типа
Модуль № 3. «Принципы полета и управления БАС».	Выполнение полетного задания: Пилотирование при помощи симулятора в FPV. (прохождение)	Слабое умение пилотирования	Умение правильно пользоваться оборудованием	Уверенная работа в программе FPV	

	трассы за 20 секунд)				
Модуль № 4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python».	Практическое занятие	Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа, внутри помещения». (В отсутствие GPS сигнала). - движение модели	Модель не летает	Не уверенное управление	Модель летает
Модуль № 5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи Python».	Лекции, дискуссии (теоретические занятия). Практическое занятие	Написать программу C++: - движение модели «вверх-вниз»; - движение «открыть, закрыть захват»	Слабое умение программирования	Умение правильно пользоваться оборудованием	Уверенная работа с программой
Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».	Лекции, дискуссии (теоретические занятия). Практическое занятие	Использование программного обеспечения для обработки данных и применения, получение информации из полученных данных	Слабый навык сборки и эксплуатации оборудования	Умение правильно пользоваться оборудованием и применение технологии	Уверенная работа с оборудованием для получения информации
Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».					
Модуль № 8. «Применение БАС в различных отраслях».	Лекции, дискуссии (теоретические занятия)	Написать доклад, подготовить презентацию на тему: «БАС в различных отраслях»	Не раскрыта тема доклада, презентация не подготовлена	Презентация подготовлена, не раскрыта тема доклада	Выбрана актуальная отрасль применения БАС, доклад полностью раскрывает тему
Модуль № 9. «3D – моделирование и	Лекции, дискуссии (теоретические	Организовать мастер – класс, в рамках которого слушатели	Слабый навык сборки и моделиров	Умение правильно пользоваться	Уверенная работа, моделирование

проектирование БАС».	занятия) Практические занятия	смоделируют и оформят модель БАС	ания БАС	оборудовани ем	и сборки модели
Модуль № 10. «Гоночный БАС».	Проведение итогового гоночного соревновательного полета и участие всех слушателей в соревновании				

7. Ресурсное обеспечение

7.1. Требования к помещениям

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

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

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

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

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

Для проведения аудиторных, практических занятий и организации малой полетной зоны рекомендовано обеспечить помещение площадью не менее 100-120 м² и высотой потолка не менее 3 м.

7.1.5. Основная полетная зона – оборудованная площадка для дистанционного пилотирования беспилотных воздушных судов рекомендовано обеспечить помещение общей площадью не менее 100 м² и высотой потолка не менее 3 м.

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

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

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

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

хранения аккумуляторов.

7.2. Материально – техническое оснащение площадки проведения образовательного процесса

7.2.1. Общая зона:

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

7.2.2. Малая полетная зона:

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

7.2.3. Основная полетная зона:

- общая площадь не менее 100-300 м², ограждение защитной сеткой;
- комплект трассы для полетов;
- амортизирующие маты на пол общей полетной зоны;
- система ультразвуковой навигации в помещении, совместимой с БВС.

7.2.4. Ремонтная станция и зона 3D-печати:

- стол рабочий монтажника;
- радиоаппаратуры;
- рабочее кресло на колесах;
- стол компьютерный;
- 3D – принтер;
- программное обеспечение для создания 3D – моделей;
- программа для печати 3D – принтера;
- паяльная станция с феном;
- дымоуловитель;
- клеевой пистолет;
- набор надфилей;
- штангенциркуль;
- набор шарнирно-губцевого инструмента;

- ключи для пропеллеров;
- набор инструментов для пайки;
- держатель «Третья рука» с лупой;
- коврик для пайки;
- прибор измерения напряжения батареи;
- рулетка измерительная;
- зажим для моторов;
- набор шестигранных ключей удлиненных;
- набор отверток для точных работ;
- торцевой ключ;
- кримпер;
- шуруповерт + набор бит;
- ноутбук;
- мышь компьютерная;
- ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера;

- ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера;
- тумба для инструментов слесарная.

7.2.5 Рабочее место обучающегося:

- программируемый учебный набор квадрокоптера;
- программируемый учебный квадрокоптер;
- конструктор спортивного квадрокоптера;
- дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров;
- FPV очки (шлем);
- клеевой пистолет;
- набор надфилей;
- штангенциркуль;
- набор шарнирно-губцевого инструмента;
- ключ для пропеллеров;
- прибор измерения напряжения LiPo батареи;

- рулетка измерительная;
- зажим для моторов;
- набор шестигранных ключей удлиненных;
- набор отверток для точных работ;
- торцевой ключ;
- кримпер;
- ноутбук (или ПЭВМ);
- десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ);
- фотограмметрическое программное обеспечение;
- компьютерная мышь;
- симулятор для автономных полетов;
- программное обеспечение для трехмерного моделирования;
- рабочее кресло на колесах;
- тумба для инструментов слесарная;
- стол компьютерный.

7.2.6 Рабочее место педагога:

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

8. Список использованной литературы:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273–ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
3. Распоряжение Правительства РФ 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».

4. 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».

5. Организация обслуживания воздушного движения: учебник для среднего профессионального образования / А. Д. Филин, А. Р. Бестугин, В. А. Санников; под научной редакцией Ю. Г. Шатракова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 515 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978 - 5 - 534 - 07607 - 3.

6. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования /Афанасьев, Учебники и учеб. пособ. – Москва: МАИ. ISBN:978-5-85597-093-7.

7. 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>.