

Министерство образования Новгородской области
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«БОРОВИЧСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

Общеразвивающая программа

**Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура,
применение, отрасли**

Возраст обучающихся: от 17 до 19 лет

Принято на заседании Педагогического совета ОГБПОУ «БАДК» <i>протокол № 01</i>	Утверждаю
« 30 » <i>08</i> 2024 г.	Директор ОГБПОУ «БАДК» <i>А. И. Макаров</i> Приказ № <i>02</i> от « <i>02</i> » <i>09</i> 2024 г.

Продолжительность реализации программы: 1 семестр, 25 часов

Автор программы: Никифоров Александр Викторович,
преподаватель ОГБПОУ «БАДК»,
Место реализации: Новгородская область,
г. Боровичи, ул. Красноармейская, д.2А



Боровичи, 2024

Содержание

1. Пояснительная записка.....	3
2. Учебный план программы.....	8
3. Учебно-тематический план.....	9
4. Содержание программы.....	13
5. Календарный учебный график.....	17
6. Оценочные материалы.....	19
7. Ресурсное обеспечение.....	19
8. Список литературы.....	23

1. Пояснительная записка

Введение

Программа «Беспилотные авиационные системы» включена в основную образовательную программу по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» в качестве вариативного модуля.

Программа «Беспилотные авиационные системы» (далее – Программа) рассчитана на обучающихся в возрасте 17 – 19 лет (группа 4161), срок реализации программы 1 семестр, 25 часов. Программа предполагает развитие в области моделирования, программирования, пилотирования, а также направлена на формирование знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами, способствует развитию инженерно-конструкторского мышления, а также дает представление об отраслях применения беспилотных авиационных систем. Программа «Беспилотные авиационные системы» разработана с учетом возрастных особенностей и интересов целевой аудитории обучающихся.

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 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, а также плана мероприятий по реализации стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года;

– 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».

Направленность программы – техническая.

Актуальность программы:

В соответствии с утвержденной от 21 июня 2023 № 1630–р Правительством Российской Федерации Стратегией развития беспилотной авиации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года, в ближайшие шесть с половиной лет в России должна появиться новая отрасль экономики, связанная с производством и использованием гражданских беспилотных аппаратов. Данная Программа в рамках федерального проекта «Кадры для беспилотных авиационных систем» национального проекта «Беспилотные авиационные системы» обеспечивает обучающимся возможность освоить знания в области беспилотных летательных аппаратов, навыки программирования, моделирования и пилотирования, которые в настоящее время являются востребованными. При реализации программы большое внимание уделяется привлечению обучающихся организаций, осуществляющих образовательную деятельность, к участию в программах по беспилотным авиационным системам. Таким образом, возможно усилить технологический потенциал для обеспечения безопасности страны, повышения эффективности экономики и улучшения качества жизни граждан. В итоге в России должна возникнуть новая экономическая отрасль, связанная с разработкой и использованием гражданских беспилотных аппаратов.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации, а также в рамках реализации Программы задействованы цифровые технологии реализации Программы, включая цифровой образовательный контент.

Методы реализации Программы — это метод подготовки, в рамках которого обучающиеся выполняют определенный вид работ, направленный на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю, соответствующему образовательной Программе.

– Одним из ключевых методов является **проектно–ориентированное обучение**, которое позволяет обучающимся принимать активное участие в разработке и реализации реальных проектов, связанных с использованием БАС. Этот метод способствует углублению знаний, развитию творческого мышления и навыков командной работы;

– **интерактивные методы обучения**, такие как симуляции и виртуальные лаборатории, играют важную роль в подготовке специалистов по БАС. Специальные программные комплексы позволяют моделировать различные сценарии полета дронов, анализировать поведение аппаратов в сложных условиях и проводить эксперименты без риска повреждения дорогостоящей техники;

– **практические занятия**, где обучающиеся могут непосредственно управлять беспилотными авиационными системами, являются неотъемлемой частью учебного процесса. Эти 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 технического устройства, принципов полета, управления и программирования БАС, а также применения БАС в различных отраслях и сферах жизни.

Формами организации занятий являются групповая (теоретическая часть) и индивидуально — групповая (практическая часть).

Педагогическая целесообразность настоящей Программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, технологию пилотирования и управления, а также взаимодействие БАС с различными отраслями и сферами жизни.

Настоящая Программа соответствует общекультурному, уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности при освоении программы.

Цель Программы вариативного модуля предполагает формирование и развитие профессиональной ориентации обучающихся, развитие интеллектуальных способностей и познавательного интереса к беспилотным авиационным системам.

Задачи:

Личностные (воспитательные):

- воспитать интерес к технике и труду, развивать творческие способности и формировать конструкторские умения и навыки;
- привить культуру производства;
- 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.

Метапредметные (развивающие):

– развить элементы технического мышления, изобретательности, творческой инициативы;

– развить глазомер, быстроту реакции;

– развить усердие, терпение в освоении знаний;

– формирование осознания роли техники и технологий для прогрессивного развития общества;

– развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

Предметные (обучающие):

– дать первоначальные знания о конструкции беспилотных летательных аппаратов;

– познакомить с основами программирования БАС;

– ознакомить с правилами безопасной работы с инструментами;

– ознакомить обучающихся с принципом работы авиамodelьных двигателей и их грамотной эксплуатации;

– дать первоначальные знания по радиоэлектронике и обучить принципам работы радиопередающего оборудования, его настройкой;

– обучить правилам безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Сроки реализации Программы: 40 часов.

Уровень программы: одноуровневая (базовый уровень освоения).

Режим занятий: группа из 15 человек, 1 раз в неделю по 2 часа (2 часа в неделю, 8 часов в месяц, 40 часов в семестр); 1 академический час 45 минут, перемена 15 минут.

Планируемые результаты обучения:

В результате обучения обучающиеся в конце учебного периода овладеют необходимой системой знаний, умений и навыков.

Будет *знать и уметь* в рамках освоения базового уровня:

Знать:	– технику безопасности при работе с инструментами и электрооборудованием; – основы БАС; – основные технического устройства и компоненты БАС; – основы языков программирования БАС; – значение и применение БАС в современном мире; – особенности регулировки и управления квадрокоптером;
--------	--

	– устройство и принцип работы электродвигателей.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> – пользоваться рабочим инструментом; – работать с электрооборудованием; – осуществлять пилотирование квадрокоптеров; – управлять квадрокоптером с применением FPV; – настраивать аудио– и видеопередающие устройства квадрокоптера; – настраивать полетный контроллер квадрокоптера; – настраивать аппаратуру управления; – восстанавливать аккумуляторы и составляющие их части (т.наз. «банки»).

2. Учебный план программы

Наименование уровня программы	Наименование и номер модуля	Всего часов	Теория	Практика
Базовый уровень освоения программы	Модуль № 1. «Техническое устройство и принципы полета и управления БАС»	2	1,5	0,5
	Модуль № 2. «Программирование БАС на Python и C++»	2	1	1
	Модуль № 3. «Автопилот БАС: настройка, полетные задания, разработка»	5	2	3
	Модуль № 4. «Безопасность и регулирование полетов БАС»	2	2	-
	Модуль № 5. «Энергоснабжение и управление батареями в БАС»	2	1	1
	Модуль № 6. «Интеграция БАС с IoT (Интернет вещей)»	2	1	1
Вариативная часть программы (по выбору сферы применения БАС)	Модуль № 7. «Способы ведения разведки местности с помощью БАС»	4	2	2
	Модуль № 7А. «Применение БАС в различных отраслях».	6	2	4
ИТОГО:		25	12,5	12,5

3. Учебно-тематический план

3.1. УТП программы состоит из двух частей (основная и вариативная). Содержание уровней построено на модульном принципе. Структурной единицей учебного модуля являются темы. Применяемая поэтапная технология обучения от «простого» к «сложному».

3.2. Важная роль при освоении Программы отводится материалам, разработанным в рамках применения цифрового образовательного контента.

Наименование уровня программы	Наименование и номер модуля	Трудоемкость всего часов	Теория	Практика	Форма контроля	Материал для ЦОК (цифровой образовательный контент)*
Базовый уровень освоения программы. Основная часть программы	Модуль № 1. «Техническое устройство и принципы полета и управления БАС».	2	1,5	0,5	Тест	ЦОК №2
	Тема 1. Основные технические характеристики БАС, самолетного типов.	0,5	0,5	-		
	Тема 2. Классификация беспилотных летательных аппаратов.	0,5	0,5	-		
	Тема 3. Комплекс управления БАС.	0,5	-	0,5		
	Тема 4. Российские и зарубежные производители БАС и их цели.	0,5	0,5	-		
	Модуль № 2.	2	1	1	Тест	ЦОК №4, ЦОК

«Программирование БАС на Python и C++».					№5
Тема 1. Основы программирования БАС на Python.	1	1	-		
Тема 2. Разработка алгоритма автономного полета БАС.	0,5	-	0,5		
Тема 3. Программирование алгоритмов управления БАС.	0,5	-	0,5		
Модуль № 3. «Автопилот БАС: настройка, полетные задания, разработка».	5	2	3	Тест	ЦОК №10
Тема 1. Автопилот БАС.	1	1	-		
Тема 2. Архитектура и компоненты автопилота	2	1	1		
Тема 3. Программное обеспечение и настройка для автопилотов.	1	-	1		
Тема 4. Принципы работы и алгоритмы управления.	1	-	1		
Модуль № 4. «Безопасность и регулирование полетов БАС».	2	2	-	Тест	ЦОК №11
Тема 1. Техника безопасности при взаимодействии с БАС.	0,5	0,5	-		
Тема 2. Законодательные акты, регулирующие использование	0,5	0,5	-		

беспилотников. Международное и национальное законодательство.						
Тема 3. Национальная безопасность: Патриотическое воспитание.	1	1	-			
Модуль № 5. «Энергоснабжение и управление батареями в БАС.	2	1	1	Тест	ЦОК №12	
Тема 1. Аккумуляторы и их значение.	0,5	0,5	-			
Тема 2. Балансировка «банок» АКБ.	0,5	0,5	-			
Тема 3. Восстановление АКБ после его чрезмерного разряда.	1	-	1			
Модуль № 6. «Интеграция БАС с IoT (Интернет вещей)».	2	1	1	Тест	ЦОК №13	
Тема 1. Важность интеграции IoT в производственные процессы.	0,5	0,5	-			
Тема 2. Первый пример Интернета движущихся вещей: беспилотные летательные	1	-	1			

	аппараты.					
	Тема 3. Инновации устройств IoT, беспилотных моделей в проблематике безопасности обмена данными.	0,5	0,5	-		
Вариативная часть программы (по выбору сферы применения БАС)	Модуль № 7. «Способы ведения разведки местности с помощью БАС»	4	2	2	Тест	ЦОК №14
	Тема 1. Ведение разведки.	2	1	1		
	Тема 2. Способы противодействия БАС.	2	1	1		
	Модуль № 7А. «Применение БАС в различных отраслях».	6	2	4	Тест	ЦОК №8, ЦОК №15
	Тема 1. Технология применения БАС в геодезии и картографии.	2	1	2		
	Тема 2. Технологии, применяемые БАС в других отраслях, таких как: – лесное хозяйство; – охрана окружающей среды; - сельскохозяйственные работы, - логистика; - мониторинг дорожного движения.	3	1	2		
Итого		25	12,5	12,5		

4. Содержание программы

4.1. Основная часть программы

Модуль № 1. «Техническое устройство и принципы полета и управления БАС»

Тема 1 Основные технические характеристики БАС, самолетного типа.

Лекция: Основные технические характеристики БАС, самолетного типа.

Тема 2. Классификация беспилотных летательных аппаратов.

Лекция: Виды и технические характеристики БАС: Аэростатические БАС, Реактивные БАС, БАС самолетного типа, БАС вертолетного типа, Мульти роторные и гибридные БАС.

Тема 3. Комплекс управления БАС.

Практика: Способы оборудование и управления БАС. Использование симулятора для выполнения полета над виртуальным полигоном.

Тема 4. Российские и зарубежные производители БАС и их цели.

Лекция: Основные российские и зарубежные производители БАС. Вклад в развитие отечественной индустрии БАС.

Модуль № 2. «Программирование БАС на Python и C++».

Тема 1. Основы программирования БАС на Python.

Лекция: Понятие о языке программирования Python и его роль в разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем (БАС). Знакомство с основами Python, такими как его синтаксис и структура, знания о программировании алгоритмов управления и разработке приложений, примеры применения Python в БАС.

Тема 2. Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Практика: Разработать алгоритмы автономного полета БАС, полет «вверх-вниз», «влево – вправо».

Тема 3. Программирование алгоритмов управления БАС.

Практика: Программировать автономный полет для выполнения задачи пролета над определенной территории с помощью БАС. Тренажер «Программируемый полет».

Модуль № 3. «Автопилот БАС: настройка, полетные задания, разработка»

Тема 1. Автопилот БАС.

Лекция: Определение автопилота и его значение в системе управления БАС. Значение автопилота для обеспечения автономности, безопасности и эффективности полетов.

Тема 2. Архитектура и компоненты автопилота.

Лекция: Определение архитектуры БАС, ее роль в разработке и функционировании системы. Основные компоненты архитектуры БАС.

Практика: Тема: исследование и анализ архитектур БАС.

Тема 3. Программное обеспечение и настройка для автопилотов.

Практика: Запрограммировать автопилот на выполнение различных задач (вверх, вниз, влево, вправо).

Тема 4. Принципы работы и алгоритмы управления.

Практика: Настроить автопилот для выполнения автоматического полета с заданными параметрами и требованиями в симуляторе дрона.

Модуль № 4 «Безопасность и регулирование полетов БАС»

Тема 1. Техника безопасности при взаимодействии БАС.

Лекция: Значение техники безопасности в эксплуатации БАС. Обзор основных угроз и рисков, связанных с операциями БАС самолетного типа.

Тема 2. Законодательные акты, регулирующие использование беспилотников. Международное и национальное законодательство.

Лекция: Значение и актуальность в современном мире. Правовые аспекты БАС. Международное и национальное законодательство. Нормативно-правовая база для разработки, использования и регулирования БАС. Проблемы регулирования полетов в воздушном пространстве. Вопросы безопасности и конфиденциальности данных.

Тема 3. Национальная безопасность: Патриотическое воспитание.

Лекция: Определение национальной безопасности и ее значимость для государства. Роль патриотического воспитания в обеспечении национальной безопасности. Роль БАС в защите национальных интересов и границ.

Модуль № 5. «Энергосбережение и управление батареями в БАС»

Тема 1. Аккумуляторы и их значение.

Лекция: Значение аккумуляторов для обеспечения энергии и длительности полетов. Обзор основных типов аккумуляторов, используемых в БАС: литий-ионные, литий-полимерные, никель-металл-гидридные и др.

Тема 2. Балансировка «банок» АКБ.

Лекция: Емкость аккумулятора и ее влияние на длительность полета. Циклы зарядки и разрядки.

Практика: Аккумуляторы и их зарядка (+ Обслуживание АКБ). Подключите аккумулятор к дрону, убедившись, что все соединения безопасны и обеспечивают надежное электроснабжение всех компонентов.

Тема 3. Восстановление АКБ после его чрезмерного разряда.

Практика: Восстановить полностью аккумулятор, выполнить полетное задание в симуляторе, внимательно отслеживая показатели состояния аккумулятора.

Модуль № 6. «Интеграция БАС с IoT (Интернет вещей)»

Тема 1. Важность интеграции IoT в производственные процессы.

Лекция: Значение и распространение технологии IoT в современном мире.

Тема 2. Первый пример Интернета движущихся вещей: беспилотные летательные аппараты.

Лекция: Использование RaspberryPi или ESP8266 для беспроводного обмена данными с беспилотником.

Практика: Создание устойчивого соединения для обмена данными с БАС.

Тема 3. Инновации устройств IoT, беспилотных моделей в проблематике безопасности обмена данными.

Лекция: Безопасный обмен данными между устройствами IoT. Протоколы передачи данных.

4.2 Вариативная часть программы (по выбору)

Модуль № 7. «Способы ведения разведки местности с помощью БАС»

Тема 1. Ведение разведки местности.

Лекция: Ведение разведки Возможности современных БАС.

Практика: Отработка задания на Автопилоте БАС.

Тема 2. Способы противодействия БАС.

Лекция: Способы противодействия БАС.

Практика: Создание простейшего устройства Reb.

Модуль № 7. «Применение БАС в различных отраслях»

Тема 1. Технологии применяемые БАС в геодезии и картографии.

Лекция: Создание карты. Маркшейдерия: методы получения информации о местоположении и состоянии элементов объекта недропользования по средством БАС.

Практика: Полет квадрокоптера на определенной высоте и предоставление снимков таким образом, чтобы снимки перекрывали друг друга не менее 70%.

Тема 2. Технологии, применяемые БАС в других отраслях таких как: лесное хозяйство, охрана окружающей среды, сельскохозяйственные работы, логистика, мониторинг дорожного движения.

Лекция: Применение БАС для обследования территории и устранения очагов возгораний.

Практика: Периодические вылеты, миссия вылета методы наблюдения за лесным хозяйством, дорожной ситуацией.

Лекции: Сбор, анализ и актуализация данных о состоянии окружающей среды. Фиксация выявленных нарушений экологического законодательства. Выявление несанкционированных свалок и определение их объемов.

Практика: Периодические вылеты, миссия вылета методы наблюдения за экологической ситуацией на территории.

Лекция: Методы применения БАС в сельском хозяйстве — необходимость для:

- картографирования и мониторинга полей;
- внесения средств защиты растений (СЗР);
- мультиспектрального обследования;
- подготовки карт предписаний для дифференцированного внесения препаратов.

Практика: Миссия полета внесение удобрений на определенную координату, проведение удобрения территории.

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)
4161	1	Модуль № 1. «Техническое устройство и принципы полета и управления БАС»	2	1	45
4161	1	Модуль № 2. «Программирование БАС на Python и C++»	2	1	45
4161	2,5	Модуль № 3. «Автопилот БАС: настройка, полетные задания, разработка»	5	2	45
4161	1	Модуль № 4. «Безопасность и регулирование полетов БАС»	2	1	45
4161	1	Модуль № 5 «Энергоснабжение и управление батареями в БАС	2	1	45

4161	1	Модуль № 6. «Интеграция БАС с IoT (Интернет вещей)»	2	1	45
4161	2	Модуль № 7. «Способы ведения разведки местности с помощью БАС (в рамках основ военной службы)»	4	2	45
4161	3	Модуль № 7А. «Применение БАС в различных отраслях»	6	3	45

6. Оценочные материалы

6.1. Итоговой формой контроля результативности усвоения программы является дифференцированный зачет, позволяющий оценить уровень учебных достижений обучающихся за весь период обучения.

7. Ресурсное обеспечение

7.1. Требования к помещениям

7.1.1. Программа вариативного модуля создается на базе ОГБПОУ «Боровичский автомобильно-дорожный колледж».

7.1.2. Количество рабочих мест – не менее 12 рабочих мест для обучающихся.

7.1.3. Предусмотрены помещения для проведения аудиторных, практических занятий и организации полетных зон.

7.1.4. Помещение для проведения аудиторных и практических занятий, которые включают 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 обеспечено 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:

– для организации основной полетной зоны имеется помещение общей площадью не менее 100 м² и высотой потолка не менее 3 м.

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

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

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

7.1.9 При организации рабочих мест для практических работ имеются 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.

7.2. Материально-техническое оснащение площадки проведения учебного 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, совместимая 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 учебного набора программируемого квадрокоптера;
- ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера;
- тумба для инструментов слесарная.

7.2.5. Рабочее место обучающегося:

- учебный набор программируемого квадрокоптера;
- учебный программируемый 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 (САПР);
- рабочее кресло на колесах;
- тумба для инструментов слесарная;
- стол компьютерный.

7.2.6. Рабочее место преподавателя:

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

8. Список 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 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, а также плана мероприятий по реализации стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года».

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 № 726–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 / П. П. 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). — ISBN978–5–534–10061–7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541222>.