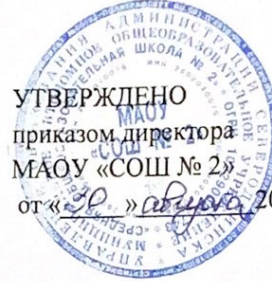


Министерство образования Архангельской области
Управление образования Администрации Северодвинска

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 2»

СОГЛАСОВАНО
на заседании Педагогического совета
МАОУ «СОШ № 2»
Протокол от «30» августа 2024г. № 13

УТВЕРЖДЕНО
приказом директора
МАОУ «СОШ № 2»
от «30» августа 2024г. № 384-04



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Основы управления беспилотными летательными аппаратами»**

Срок реализации программы: 1 год
Возраст детей: 12-16 лет
Направленность: техническая

Составитель: Сычев Виктор Николаевич
учитель технологии
МАОУ «СОШ № 2»

г. Северодвинск
2024

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В последние годы значительно возросла популярность беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с дистанционным управлением и, в частности, квадрокоптеров. БПЛА используются для выполнения различных задач: фото- и видеосъемки, доставки небольших грузов, наблюдения и мониторинга различных объектов, процессов и явлений (в том числе наблюдения за труднодоступными объектами) и т.д. Технологии, лежащие в основе квадрокоптеров, развиваются очень быстро и предполагают разработку современных аккумуляторов, навигационного оборудования, бортовых компьютеров.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» технической направленности разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»,
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р),
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 № 629),
- Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (утверждён приказом Министерства труда России от 22 сентября 2021г. № 652н),
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (письмо министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 года № 09-3242),
- Методические рекомендации по созданию и оснащению специализированных классов(кружков) на базе общеобразовательных организаций и центров практической подготовки на базе образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования, в целях реализации образовательных процессов в сфере разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем (утв. Минпросвещения России 15.02.2024 N АЗ-23/05вн),
- Методические рекомендации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Институт изучения детства, семьи и воспитания» «Разработка и

реализация раздела о воспитании в составе дополнительной общеобразовательной программы» (2023 год),

– Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи СП 2.4. 3648-20 (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28),

– Устав муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 2»;

и с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся и спецификой работы учреждения.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» разработана с целью предоставления обучающимся полного и всестороннего понимания принципов, технологий, приложений БАС и охватывает широкий спектр тем.

Программа ориентирована на создание условий для формирования и развития способностей обучающихся в технической области, их раннее профессиональное самоопределение и личностное развитие, а также на выявление и поддержку талантливых и одаренных детей.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Актуальность программы обусловлена тем, что в настоящее время технологии в области применения беспилотных летательных аппаратов стремительно развиваются, при этом сами аппараты (дроны, квадрокоптеры) становятся все более доступными.

Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им освоить существующие способы работы с беспилотными летательными аппаратами, научиться управлять ими, конструировать, находить новые области применения.

Особую актуальность развитие БПЛА приобретает с учетом особенностей России – обширной территорией, низкой плотности заселения отдельных районов и наличия регионов с частыми природными чрезвычайными ситуациями. Развитие в России БПЛА относится к одной из ключевых задач Дорожной карты «Аэронет» Национальной технологической инициативы (НТИ). При этом не менее важной задачей является подготовка кадров в этом направлении. Таким образом, назначение программы соответствует государственному социальному заказу, направленного на подготовку подрастающего поколения с современными и быстроразвивающимися технологиями БПЛА.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Цель программы - формирование компетентности школьников в области управления и конструирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), содействие в приобретении обучающимися навыков и опыта использования БПЛА в практической деятельности.

Задачи программы.

Обучающие:

- дать первоначальные знания по устройству квадрокоптера;
- научить основным приемам сборки и программирования квадрокоптера;
- способствовать формированию общенаучных и технологических навыков конструирования, проектирования, программирования;
- познакомить с правилами безопасной работы с инструментами, необходимыми при конструировании квадрокоптера;
- способствовать формированию общеучебных и универсальных навыков (формулировать цели деятельности, планировать ее, осуществлять библиографический поиск, находить и обрабатывать необходимую информацию из различных источников, включая Интернет, и др.);
- научить приемам реализации технических проектов;
- научить настраивать и находить повреждения в конструкции квадрокоптера.

Развивающие:

- содействовать развитию творческой инициативы и самостоятельности;
- содействовать развитию познавательных способностей обучающихся, памяти, внимания, пространственного мышления;
- сформировать у обучающихся навыки творческого подхода к поставленной задаче, командной работе;
- развивать умение принимать нестандартные решения в процессе конструирования и программирования;
- содействовать формированию личностного и профессионального самоопределения обучающихся.

Воспитательные:

- формировать творческое отношение к выполняемой работе;

- воспитывать умение работать в коллективе;
- содействовать формированию лидерских качеств и чувства ответственности как необходимых качеств для успешной работы в команде;
- формировать активную личностную позицию.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные:

- формирование способности к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, в том числе, в процессе творческой и учебно-исследовательской деятельности;
- формирование профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с БПЛА;
- развитие самостоятельности, ответственности и нестандартности мышления.

Метапредметные:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- формировать умение ставить цель по созданию творческой работы и планировать достижение этой цели;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- адекватно воспринимать достигнутый результат;
- различать способ и результат действия;
- вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;
- в сотрудничестве с педагогом ставить новые учебные задачи;
- проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, в федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- осуществлять анализ свойств объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов;
- выбирать основания и критерии для сравнения и классификации объектов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- выслушивать собеседника и вести диалог;
- признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- планировать учебное сотрудничество с учителем и сверстниками: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- осуществлять постановку вопросов
- разрешать конфликты: выявлять, идентифицировать проблемы, искать и оценивать альтернативные способы разрешения конфликта, принимать решения;
- управлять поведением партнера (контролировать, корректировать, оценивать его действия);
- уметь с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;

- владеть монологической и диалогической формами речи.

Предметные:

По окончании обучения обучающиеся должны знать:

- правила безопасной работы;
- основные компоненты квадрокоптера;
- принципы работы 3D-оборудования;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования;
- способы использования созданных программ;
- приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и других объектов;
- основы пилотирования;
- основные алгоритмические конструкции, этапы решения задач с использованием компьютера.

По окончании обучения обучающиеся должны уметь:

- использовать основные алгоритмические конструкции для решения задач;
- конструировать различные модели;
- использовать созданные программы;
- применять полученные знания в практической деятельности.

По окончании обучения обучающиеся должны владеть:

- навыками работы с БПЛА;
- навыками работы в TRIK studio;
- навыками работы с 3D-технологиями.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Отличительная особенность программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в беспилотной авиации.

Образовательная программа призвана расширить культурное пространство для самореализации, самоактуализации и саморазвития личности, стимулировать обучающегося к творчеству, создать каждому ребенку благоприятную почву для

профессиональной ориентации, развития личностных качеств, становлению его как субъекта собственной жизни.

АДРЕСАТ ПРОГРАММЫ

Программа предназначена для детей 12 – 16 лет, проявляющих интерес к техническому творчеству, без специальных знаний и навыков. Возрастные особенности обучающихся позволяют освоить материал дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» в полном объеме.

СРОКИ И ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» рассчитана на 1 год обучения. Общий объем 34 часа, 1 час в неделю. Режим занятий реализуется согласно календарному учебному графику.

Основной формой организации образовательного процесса является учебное занятие, включающее теоретическую и практическую части. Продолжительность учебного занятия – 40 минут.

Группа формируется до 12 человек без предварительного отбора.

Формы занятий – групповые, учебные группы формируются по возрасту. Расписание занятий и наполняемость группы составляется с учетом требований мер безопасности при создании, эксплуатировании и управлении беспилотными летательными аппаратами.

В процессе реализации программы используются следующие **формы учебной работы**:

1. По количеству обучающихся – групповые.
2. По особенностям коммуникативного взаимодействия – теоретические занятия, учебно-практические занятия, выступления на соревнованиях различного уровня и т.д.
3. По дидактической цели – вводное занятие, теоретическая подготовка, практические занятия, контроль знаний и т.д.

Методы обучения:

- объяснительно-иллюстративный;
- репродуктивный;
- частично-поисковый;
- интерактивный.

Форма обучения:

При реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» используются очная форма обучения.

Программа также предполагает использование сетевой формы реализации программы путем заключения договора «О сетевой форме реализации дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ» с образовательными организациями Архангельской области.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| № п/п | Название раздела, темы | Количество часов | Формы контроля |
|----------|--|------------------|---|
| | | всего | |
| | Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности | 1 | |
| 1 | Технологии беспилотных летательных аппаратов | 4 | |
| 1.1 | Введение в историю БПЛА | 1 | |
| 1.2 | Теоретические основы БПЛА | 1 | Фронтальный опрос |
| 1.3 | Разновидности беспилотных летательных аппаратов. Квадрокоптеры, виды, особенности конструкции и управления | 1 | Фронтальный опрос |
| 1.4 | Применение технологий БПЛА в различных областях | 1 | Тест. |
| 2 | Сборка беспилотных авиационных систем | 4 | |
| 2.1 | Знакомство с оборудованием | 1 | Фронтальный опрос |
| 2.2 | Сборка квадрокоптера и настройки полетного контроллера | 3 | Демонстрация готовой модели, тест/решение кейса |
| 3 | Пилотирование | 15 | |
| 3.1 | Обучение управлению квадрокоптером в виртуальном симуляторе | 2 | Демонстрация подготовленной модели |
| 3.2 | Теория ручного визуального пилотирования | 1 | Демонстрация готовой модели |
| 3.3 | Движение в горизонтальной плоскости, элементы управления | 1 | Демонстрация |
| 3.5 | Движение в вертикальной плоскости, элементы управления | 1 | Демонстрация |

| | | | |
|----------|---|-----------|--|
| 3.6 | Подъём и посадка БПЛА | 1 | Демонстрация |
| 3.7 | Полёт по прямой. Поворот. Реверс | 1 | Демонстрация |
| 3.8 | Полёт по заданной траектории | 1 | Демонстрация |
| 3.9 | Сложные перемещения. Комбинации системы управления | 1 | Демонстрация |
| 3.10 | Особенности и типичные ошибки при пилотировании БПЛА | 1 | Решение кейса |
| 3.11 | Тренировочные полеты на квадрокоптере | 5 | Демонстрация, тест/ решение кейса |
| 4 | Программирование | 8 | |
| 4.1 | Основы работы в программной среде TRIK Studio | 3 | Фронтальный опрос, тест |
| 4.2 | Обучение основам программирования на языке Lua | 2 | Фронтальный опрос, тест |
| 4.3 | Создание автономных программ | 2 | Фронтальный опрос, тест |
| 4.4 | Отработка программ в системе позиционирования в помещении | 1 | Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса. |
| | Итоговый контроль | 2 | Проверка знаний по изученному материалу. Защита проектов. Тест. Решение кейса. Выполнение практических заданий. |
| | ИТОГО | 34 | |

**Календарный учебный график реализации ДООП
«Основы управления беспилотных летательных аппаратов»**

| Период обучения | Всего учебных недель | Количество учебных часов | Режим занятий |
|-----------------|----------------------|--------------------------|---|
| 1 год | 34 | 34 | 1 раз в неделю по 1 академическому часу |

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности

Модуль 1. Технологии беспилотных летательных аппаратов

Структура и содержание занятий, основные цели. Анализ анкетирования. Выявление сильных сторон у обучающихся (проектирование и программирование). Инструктаж по ТБ. Принципы проектирования и строения квадрокоптеров. Типы беспилотных летательных аппаратов. История развития квадрокоптеров. Основы электричества. Детали и узлы квадрокоптера: аккумулятор, бесколлекторные двигатели, полетный контроллер, приемник, регулятор скорости, винты. Техника безопасности при работе с деталями и узлами квадрокоптера.

Модуль 2. Сборка беспилотных авиационных систем

Понятие техники, механизма, сборочной единицы. Разъемные и неразъемные соединения. Правила и приемы монтажа изделий из наборов квадрокоптера. Техника безопасности при работе с квадрокоптерами.

Сборка корпуса квадрокоптера. Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Установка пропеллеров. Настройка функций удержания высоты и курса. Подключение пульта управления к приемнику. Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно. Настройка пульта управления через сенсорную панель. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса.

Модуль 3. Пилотирование

Виртуальный симулятор FreeRide FPV. Интерфейс. Основы работы в программе. Анализ полетов и ошибок пилотирования. Техническое обслуживание квадрокоптера. Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Предполетные процедуры.

Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе FreeRide FPV. Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульта управления. Взлет на малую высоту. Зависание. Удержание заданной высоты в ручном режиме. Полет на малой высоте по траектории. Полет с использованием функций удержания высоты и курса. Прохождение чек-листа по подготовке. Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-

назад, влево- вправо. Посадка. Полёт по кругу хвостом к себе. Висение боком к себе. Полет взад-вперед и влево-вправо боком к себе. Полёт боком к себе влево-вправо по одной линии с разворотом. Полёт лицом к себе. Висение. Вперед-назад, влево-вправо лицом к себе. Полёт по кругу носом вперед. Восьмёрка носом вперёд. Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса.

Модуль 4. Программирование

Введение в программирование. Понятие программирования. Основы работы за компьютером. Языки программирования и их классификации. Обзор языков программирования высокого уровня. Скриптовый язык программирования Lua. Синтаксис. Обзор программной среды TRIK Studio. Теоретические основы системы позиционирования.

Создание программ на языке Lua. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ). Компиляция. Создание первых программ. Взлет. Полет в точку. Мигание светодиодов. Создание программы «Движение по квадрату». Создание программы «Полет по траектории». Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль. Первый запуск автономной программы. Полет с граничными условиями. Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса.

Модуль 5. Итоговый контроль

Проверка знаний по изученному материалу. Защита проектов. Тест. Решение кейса. Выполнение практических заданий.

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Кадровое обеспечение программы:

Программа может реализовываться педагогическими работниками, прошедшими переподготовку (обучение) по программе «Практическая подготовка в сфере разработки, производства и эксплуатации БАС» в необходимом объеме.

Информационное обеспечение программы: (аудио-, видео-, фото-, интернет источники) соответствует современным требованиям и обеспечивает достижение планируемых результатов.

Материально-техническое обеспечение программы:

Кабинет для занятий соответствует требованиям СанПин 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»

Требования к зонированию и техническому обеспечению:

| № п/п | Зонирование | Технические требования | |
|-------|---|------------------------|--|
| 1. | Помещения для проведения аудиторных и практических занятий | 1. | Вентилируемое помещение общей площадью не менее 100 - 120 м ² |
| | | 2. | Проводной интернет, скоростью не менее 100 Мбит/с |
| 1.1 | Рабочая зона со столами, оборудованная персональными компьютерами | 1. | Площадь рабочего места на одного учащегося не менее 6 м ² |
| | | 2. | Электричество на каждое рабочее место - 220 Вольт (не менее 2 кВт) |
| | | 3. | Проводной интернет, скоростью не менее 100 Мбит/с |
| 1.2. | Ремонтная станция и зона 3Д-печати | 1. | Площадь не менее 10 м ² |
| | | 2. | Электричество - 220 Вольт (не менее 2 кВт) |
| | | 3. | Проводной интернет, скоростью не менее 100 Мбит/с |
| 1.3 | Рабочее место преподавателя | 1. | Площадь не менее 6 м ² |
| | | 2. | Электричество - 220 Вольт (не менее 2 кВт) |
| | | 3. | Проводной интернет, скоростью не менее 100 Мбит/с |

| | | | |
|------|------------------------|----|--|
| 1.4. | Малая полетная зона | 1. | Каркасно-сетчатый куб 3х3х3м с демпфирующим покрытием/Частично огороженное сеткой пространство 9-30 м ² с демпфирующим покрытием |
| 2. | Основная полетная зона | 1. | Общая площадь 100 - 300 м ² с демпфирующим покрытием. Высота потолка не менее 3 - 4 м. Между полетной зоной и проходом - барьерная зона не менее 1 м |

Необходимое оборудование и материалы (Приложение 1)

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ

Для отслеживания результативности на протяжении всего процесса обучения осуществляются:

1. Входная диагностика – педагогическое наблюдение, опрос, анкеты, викторины, позволяющие выявить уровень подготовленности и возможности детей для занятия данным видом деятельности.
2. Текущий контроль – опрос на основе полученных знаний на текущий момент времени, выполнение кейс-заданий, участие в соревнованиях.
3. Промежуточный контроль – проверка знаний, умений и навыков при помощи разработанных кейсов на базе практических задач и соревнований.
4. Итоговая аттестация – защита проектов, зачёт, тест (на выбор обучающегося).

Также формами подведения итогов по данной программе является участие обучающихся в соревнованиях и ученических научно-технических конференциях.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Для преподавателя:

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 20.04.2014).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (Дата обращения 20.10.15).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15).
4. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13.
5. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.
6. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа:http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html (Дата обращения 20.10.15).

Для обучающихся:

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

Приложение 1

| Необходимое оборудование и материалы | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--------------|------------|-------------------|---------------------|
| Количество рабочих мест: 12 | | | | | | |
| Общая зона | | | | | | |
| № | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
| 1 | Стеллаж | (Ш x Г x В) не менее 2000 x 500 x 1400 мм, не менее 3-х полок, металлический | Мебель | 2 | шт. | 2 |
| 2 | Лестница-стремянка | Рабочая высота, не менее 1,5 метра | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 3 | Рулетка измерительная | Предел измерений не менее 5000 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 4 | Интерактивная панель | Диагональ не менее 65", разрешение не менее 3840 x 2160 (4K UHD), яркость не менее 350 кд/кв. м, контрастность не менее 1200:1 Lm | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 5 | Ящики для хранения вещей | Пластиковые ящики с крышкой. Размеры (В * Ш * Г): не менее 55,5 x 39 x 29 см | Мебель | 12 | шт. | 12 |
| Малая полетная зона | | | | | | |
| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
| 1 | Малая полетная зона для тестовых полетов в защищенном пространстве | Сетчатый куб не менее чем 3 x 3 x 3 м или частично огороженное сеткой пространство не менее 9 - 30 м ² с демфирующим покрытием | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 2 | Амортизирующие маты на пол малой полетной зоны | Набор матов для смягчения удара при падении коптеров. Количество матов в наборе должно соответствовать размерам малой полетной зоны. Маты должны быть с матовым антибликовым покрытием | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 3 | Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с | Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление | Оборудование | 1 | шт. | 1 |

| | БВС | 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. | | | | |
|------------------------------------|---|---|--------------|------------|-------------------|---------------------|
| Основная полетная зона | | | | | | |
| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
| 1 | Основная полетная зона | Общая площадь не менее 100 - 300 м ² , ограждение защитной сеткой (потолок, периметр, крепление нижнего края) | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 2 | Комплект трассы для полетов | Не менее 20 позиций с набором: ворота, кольцо, световой маркер, считывающий модуль, передатчик, блок питания для элементов: в соответствии с кол-во световых ворот, световых колец, световых маркеров, агисометока, взлетно-посадочные площадки флаг, система засечки. | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 3 | Амортизирующие маты на пол основной полетной зоны | Набор матов для смягчения удара при падении коптеров. Количество матов в наборе должно соответствовать размерам основной полетной зоны. Маты должны быть с матовым антибликовым покрытием | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 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 | шт. | 1 |
| Ремонтная станция и зона 3Д-печати | | | | | | |
| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |

| | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------|---|-----|---|
| | | | | | | 0 |
| 1 | Стол рабочий монтажника радиоаппаратуры | (Ш x Г x В) не менее 1200 x 700 x 805 мм | Мебель | 2 | шт. | 2 |
| 2 | Рабочее кресло на колесах | С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников | Мебель | 4 | шт. | 4 |
| 3 | Стол компьютерный | (Ш x Г x В) не менее 1300 x 740 x 730 мм | Мебель | 2 | шт. | 2 |
| 4 | 3D-принтер | область печати не менее 200 x 200 x 210 мм; толщина слоя не менее 0,01 мм и не более 0,5 мм; тип корпуса - закрытый; Габариты: не менее 300 x 300 x 350 мм. Масса не более 30 кг. Максимальная мощность не более 500 Вт | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 5 | Программное обеспечение для создания 3D-моделей | Программное обеспечение для создания трехмерных моделей. | Программное обеспечение | 2 | шт. | 2 |
| 6 | Программа для печати 3D-принтера | Программное обеспечение для отправки их на печать на 3D-принтер. Программное обеспечение должно быть совместимо скупаемым 3D-принтером | Программное обеспечение | 2 | шт. | 2 |
| 7 | Паяльная станция с феном | Напряжение на входе: не менее 220 В ~ 50 Гц. Потребляемая мощность: не более 750 Вт. Диапазон настройки температуры паяльника: не менее 50 °С и не более 600 °С. Диапазон настройки температуры термофена: не менее 100 °С и не более 600 °С Объем воздушного потока: не более 150 л/мин. | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 8 | Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный | Напряжение и мощность: не менее 220 - 240 В, 50 Гц. Потребляемая мощность: не менее 10 Вт. Производительность: не менее 0.1 м3/мин. Сменный фильтр | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 9 | Клеевой | Время нагрева до рабочей | Оборудование | 2 | шт. | 2 |

| | | | | | | |
|----|--------------------------------------|--|--------------|---|-----|---|
| | пистолет | температуры не более 10 мин. Диаметр клея не менее 7 мм. Напряжение питания: 220 В или аккумулятор. | | | | |
| 10 | Набор надфилей | Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский/полукруглый/круглый/треугольный/квадратный. Длина не менее 140 мм. | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 11 | Штангенциркуль | Диапазон измерений 0 - 150 мм; Шаг измерения не менее 0.1 мм; Погрешность измерения не менее ± 0.02 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 12 | Набор шарнирно-губцевого инструмента | 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 | шт. | 2 |
| 13 | Набор комбинированных ключей | Размер минимальный не более чем: 6 мм Размер максимальный не менее чем: 17 мм Не менее одного ключа размеров: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 14 | Мультиметр | тип отображения - цифровой; измерение переменного напряжения не более 750 В; измерение постоянного напряжения не более 1000 В; измерение постоянного тока не более 10 А | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 15 | Оловоотсос | длина не менее 210 мм. | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 16 | Набор пинцетов | Количество в наборе не менее 6 шт; Формы: прямая, изогнутая | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 17 | Стриппер для зачистки проводов | Диаметр кабеля не менее 0.1 мм и не более 10 мм Сечение провода не менее 0.05 мм и не более 30 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 18 | Держатель "Третья рука" с лупой | Количество зажимов: не менее 2, Кратность лупы: не менее 2.5 | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 19 | Коврик для пайки | Силиконовый, термоустойчивый | Оборудование | 2 | шт. | 2 |

| | | | | | | |
|----|---|---|-----------------|----|-----|----|
| 20 | Прибор измерения напряжения батареи | Вход: 1 - 8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; измерение напряжения на банке не менее 0.5 В; диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В. | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 21 | Рулетка измерительная | Предел измерений не менее 5000 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 22 | Зажим для моторов | Диапазон зажима не менее 15 мм и не более 30 мм. | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 23 | Набор шестигранных ключей удлиненных | В комплекте не менее одного ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 24 | Набор отверток для точных работ | Комплектация: не менее 6-ти отверток типов SL и PH. Материал: усиленная инструментальная сталь | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 25 | Торцевой ключ | Размер 6 мм. Длина не менее 150 мм | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 26 | Шуруповерт (Аккумуляторная отвертка) + набор бит | Напряжение не менее 3,6 В Тип питания: от аккумулятора Мах крутящий момент не менее 4 Nm Набор бит: не менее 5 бит, включая PH1, PH2, PZ1, PZ2, HEX | Оборудование | 2 | шт. | 2 |
| 27 | Ноутбук (или ПЭВМ) | Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра)/RAM 16 GB DDR4/SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 Гб, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции | Оборудование ИТ | 2 | шт. | 2 |
| 28 | Мышь компьютерная | Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3. | Оборудование ИТ | 2 | шт. | 2 |
| 29 | Ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера | Ремкомплект, совместимый с программируемым учебным набором квадрокоптера | Оборудование | 20 | шт. | 20 |
| 30 | Ремкомплект, | Ремкомплект, совместимый с | Оборудование | 15 | шт. | 15 |

| | предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера | конструктором спортивного квадрокоптера | | | | |
|-------------------------|--|---|--------------|------------|-----------------------|---------------------|
| 31 | Тумба для инструментов слесарная | (Ш x Г x В) не менее 46 x 64 x 84 см, не менее 3-х полок, металлическая | Мебель | 2 | шт. | 2 |
| 32 | Совок и щетка | Пластик, щетина - полимерный ворс | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| Рабочее место учащегося | | | | | | |
| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
| 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 в сборе: не более 700 г Размеры: не менее 120 x 120 x 90 мм Камера: наличие Совместимость с системой ультразвуковой навигации в помещении: соответствие Возможность автономных полетов по Aruco меткам: наличие. | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 2 | Программируемый учебный квадрокоптер | Вес: не более 200 г Размеры в сборе: не более 200 x 200 мм Продолжительность полета: не менее 5 минут Воздушная скорость: не более 20 км/ч | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 8 |
| 3 | Конструктор спортивного квадрокоптера | Набор комплектующих, необходимых для сборки спортивного квадрокоптера. Управление дроном с помощью пульта дистанционного управления и камеры. Скорость полета: не менее 65 км/ч Масса квадрокоптера: не более 500 г | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |

| | | | | | | |
|----|--|---|--------------|---|-----------------------|----|
| 4 | Дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров | Аккумуляторы, совместимые с программируемыми учебными наборами квадрокоптеров и (или) спортивными квадрокоптерами | Оборудование | 4 | шт. (на 1 раб. место) | 48 |
| 5 | FPV видеоочки (видеошлем) | FPV видеоочки, совместимые со спортивным квадрокоптером и программируемым учебным набором квадрокоптера Разрешение не менее 800 x 480; Угол обзора не менее 30° | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 6 | Клеевой пистолет | Время нагрева до рабочей температуры не более 10 мин. Диаметр клея не менее 7 мм. Напряжение питания: 220 В или аккумулятор. | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 7 | Набор надфилей | Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский/полукруглый/круглый/треугольный/квадратный. Длина не менее 140 мм. | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 8 | Штангенциркуль | Диапазон измерений 0 - 150 мм Шаг измерения не менее 0.1 мм Погрешность измерения не менее ± 0.02 мм | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 9 | Набор шарнирно-губцевого инструмента | 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 | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 10 | Набор комбинированных ключей | Размер минимальный не более чем: 6 мм Размер максимальный не менее чем: 17 мм Не менее одного ключа размеров: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 мм | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 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 В; | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |

| | | | | | | |
|----|--|---|-------------------------|---|-----------------------|----|
| | | диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В. | | | | |
| 12 | Рулетка измерительная | Предел измерений не менее 3000 мм | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 13 | Зажим для моторов | Диапазон зажима не менее 15 мм и не более 30 мм. | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 14 | Набор шестигранных ключей удлиненных | В комплекте не менее одного ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 15 | Набор отверток для точных работ | Комплектация: не менее 6-ти отверток типов SL и PH. Материал: усиленная инструментальная сталь | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 16 | Торцевой ключ | Размер 6 мм. Длина не менее 150 мм | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 17 | Ноутбук (или ПЭВМ) | Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра)/RAM 16 GB DDR4/SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции | Оборудование ИТ | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 18 | 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. Отображение статистики по полету пользователя. Возможность просмотра эталонного полета. | Программное обеспечение | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |

| | | | | | | |
|----|---|---|-------------------------|---|-----------------------|----|
| 19 | Фотограмметрическое программное обеспечение | Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений | Программное обеспечение | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 20 | Компьютерная мышь | Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3. | Оборудование ИТ | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 21 | 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 Aruco-маркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО. Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов) | Программное обеспечение | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 22 | Симулятор для ручных полетов | Управление: подключение пульта радиуправления. Уровни: не менее 5 карт. Настройка и привязывание пульта управления: доступны. Многопользовательский режим: доступен. Возможность выбора дронов и изменения их настроек. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов) | Программное обеспечение | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 23 | Программное обеспечение для трехмерного моделирования | Программное обеспечение для создания трехмерных моделей. | Программное обеспечение | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |

| | | | | | | |
|----|----------------------------------|---|--------------|---|-----------------------|----|
| | я | | | | | |
| 24 | Рабочее кресло на колесах | С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников | Мебель | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 25 | Тумба для инструментов слесарная | (Ш х Г х В) не менее 46 х 64 х 84 см, не менее 3-х полок, металлическая | Мебель | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 26 | Стол компьютерный | (Ш х Г х В) не менее 1300 х 740 см х 730 мм | Мебель | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 27 | Корзина мусорная | Не менее 10 литров | Мебель | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |
| 28 | Бестеневая лампа-лупа настольная | Бестеневая: да; источник света: светодиоды; регулировка яркости освещения: наличие; интенсивность светового потока: не менее 500 люмен; тип крепления: настольный с помощью струбины; вид питания: от сети 220 В; пантографический механизм: наличие; диаметр линзы: не менее 120 мм. | Оборудование | 1 | шт. (на 1 раб. место) | 12 |

Рабочее место преподавателя/мастера производственного обучения

| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
|---|--|---|-------------------------|------------|-------------------|---------------------|
| 1 | Ноутбук (или ПЭВМ) | Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра)/RAM 16 GB DDR4/SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |
| 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 | шт. | 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 - | Программное обеспечение | 1 | шт. | 1 |

| | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------|---|-----|---|
| | | <p>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. Трансляция параметров полета в режиме реального времени. Отображение статистики по полету пользователя.</p> | | | | |
| 4 | Фотограмметрическое программное обеспечение | <p>Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений</p> | Программное обеспечение | 1 | шт. | 1 |
| 5 | Симулятор для автономных полетов | <p>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 Агисо-маркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО. Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов)</p> | Программное обеспечение | 1 | шт. | 1 |
| 6 | Симулятор для ручных полетов | <p>Управление: подключение пульта радиоуправления. Уровни: не менее 5 карт.</p> | Программное обеспечение | 1 | шт. | 1 |

| | | | | | | |
|----|---|---|-------------------------|---|-----|---|
| | | Настройка и привязывание пульта управления: доступны. Многопользовательский режим: доступен. Возможность выбора дронов и изменения их настроек. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов) | | | | |
| 7 | Программное обеспечение для создания 3D-моделей | Программное обеспечение для создания трехмерных моделей. | Программное обеспечение | 1 | шт. | 1 |
| 8 | Компьютерная мышь | Интерфейс подключения USB Туре-А. Общее количество кнопок не менее 3. | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |
| 9 | Стол компьютерный | (Ш x Г x В) не менее 1200 x 700 x 840 мм | Мебель | 2 | шт. | 2 |
| 10 | Рабочее кресло на колесах | С изменяемой высотой сиденья | Мебель | 1 | шт. | 1 |
| 11 | МФУ | размер не менее А4, цветная и черно-белая печать не менее 30 стр/мин, не менее 256 мб, LCD, Сетевой, двухсторонняя печать | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |
| 12 | Бестеневая лампа-лупа настольная | Бестеневая: да; источник света: светодиоды; регулировка яркости освещения: наличие; интенсивность светового потока: не менее 500 люмен; тип крепления: настольный с помощью струбины; вид питания: от сети 220 В; пантографический механизм: наличие; диаметр линзы: не менее 120 мм. | Оборудование | 1 | шт. | 1 |

Вариативная часть/Дополнительное оборудование, возможное к закупке

| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
|---|---------------------------------------|--|--------------|------------|-------------------|---------------------|
| 1 | Стенд пилотирования БАС | Стенд пилотирования БАС с установленным БАС соответствующего типа | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 2 | VR-шлем (шлем виртуальной реальности) | Тип - автономный. Общее разрешение - не менее 1920 x 1080. Объем оперативной памяти - не менее 8 Гб. Объем встроенной памяти - не менее 128 Гб. Поддержка беспроводных интерфейсов - Bluetooth, Wi-Fi. Питание - | Оборудование | 1 | шт. | 1 |

| | | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|---|-----|---|
| | | аккумулятор встроенный. Наличие разъема USB Type-C. | | | | |
| 3 | Программное обеспечение для шлема виртуальной реальности | Это программное обеспечение для подготовки пилотов и операторов беспилотных авиационных систем (БАС) в шлемах виртуальной реальности. Возможность свободного полета на виртуальном БАС с выбором карты, трассы, БАС и погодных условий. | Программное обеспечение | 1 | шт. | 1 |
| 4 | Шуруповерт | Напряжение не менее 12 В Тип питания: от аккумулятора Мах крутящий момент не менее 36 Nm Тип двигателя: бесщеточный | Оборудование | 1 | шт. | 1 |
| 5 | Ноутбук (или ПЭВМ) | Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра)/RAM 16 GB DDR4/SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |
| 6 | Смартфон | Экран не менее 6 дюймов; разрешение не более 3840 x 2160; аккумулятор не менее 4500 мАч; оперативная память не менее 4 ГБ. | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |
| 7 | Коммутатор/Маршрутизатор | Количество LAN-портов: не менее 16 Базовая скорость передачи данных: 10/100/1000 Мбит/с или выше | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |
| 8 | Роутер | 5g Wi-Fi роутер | Оборудование ИТ | 1 | шт. | 1 |

Охрана труда и техника безопасности

| N | Наименование | Краткие (рамочные) технические характеристики | Вид | Количество | Единица измерения | Итоговое количество |
|---|---------------------|---|--------------|------------|-------------------|---------------------|
| 1 | Аптечка | Медицинская, для оказания первой доврачебной помощи | Охрана труда | 2 | шт. | 2 |
| 2 | Огнетушитель класса | Тип порошковый, объем не менее 1 л. | Охрана труда | 1 | шт. | 1 |

| | | | | | | |
|---|--|---|----------------------|----|-----|----|
| 3 | Огнетушитель класса Д | Тип порошковый, объем не менее 1 л. | Охрана труда | 1 | шт. | 1 |
| 4 | Огнеупорный сейф/сумка для хранения для безопасного хранения АКБ | Сейф сохранности документов и ценностей при пожаре. Огнестойкость не менее класса 30Б./Огнеупорная сумка для аккумуляторов. Изготовлена из высококачественного термостойкого материала. | Охрана труда | 1 | шт. | 1 |
| 5 | Кулер | 19 л (холодная/горячая вода) | Охрана труда | 1 | шт. | 1 |
| 6 | Халат | 100% хлопок, тип застежки - пуговицы | Техника безопасности | 13 | шт. | 13 |
| 7 | Очки защитные | Прозрачные, открытые, защита от мелких частиц | Техника безопасности | 13 | шт. | 13 |
| 8 | Перчатки | Перчатки ХБ с ПВХ | Техника безопасности | 13 | шт. | 13 |

**Методические материалы по индивидуальному сопровождению достижения
личных результатов обучающихся**

Анкета по выявлению склонностей и интересов, обучающихся по ДООП «БПЛА»

Фамилия, имя обучающегося _____

1. Я предпочитаю заниматься техникой (да или нет).
2. Мне нравится делать что-нибудь своими руками (да или нет).
3. Мне больше нравится придумывать новые способы выполнения какой-либо работы (да или нет).
4. Когда я планирую что-нибудь, я предпочитаю делать это самостоятельно без чьей-либо помощи (да или нет).
5. Я принимаю решения _____ (быстро, медленно).
6. Со мной можно сотрудничать (да или нет).
7. Я предпочитаю решать вопросы (сам, советоваться с друзьями).
8. Я высказываю своё мнение независимо от того, какие люди могут его услышать (да или нет).
9. Мне бывает скучно _____ (часто, редко).
10. Дома в свободное время я _____ (читаю, отдыхаю, занимаюсь интересующими меня делами).

Рефлексивная карта

Фамилия, имя обучающегося _____

1. Чему я научился на занятиях? _____
2. Буду ли продолжать занятия в следующем году? _____
3. Над чем ещё надо поработать? _____
4. Где пригодятся полученные знания? _____
5. За что можешь себя похвалить?

**Информационная карта освоения обучающимися дополнительной
общеобразовательной программы «БПЛА»**

Фамилия, имя обучающегося _____

| Параметры Результативности реализации программ | Характеристика низкого уровня результативности | Оценка уровня результативности | | | | | Характеристик а высокого уровня результативнос ти |
|---|---|--------------------------------|-------|----------|--------|-----------------|---|
| | | Очень слабо | Слабо | Удовлет. | Хорошо | Очень хорошо | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Опыт освоения теоретической информации (объём, прочность, глубина) | Информация не освоена | | | | | | Информация освоена полностью в соответствии с задачами программы |
| Опыт практической деятельности (степень освоения способов деятельности: умения и навыки) | Способы деятельности не освоены | | | | | | Способы деятельности освоены полностью в соответствии с задачами программы |
| Опыт эмоционально- ценностных отношений (вклад в формирование личностных качеств обучающегося) | Отсутствует позитивный опыт эмоционально- ценностных отношений (проявление элементов агрессии, защитных реакций, негативное, неадекватное поведение) | | | | | | Приобретён полноценный, разнообразны й, адекватный содержанию программы опыт эмоциональн о-ценностных отношений, способствую щий развитию личностных качеств обучающего я |
| Опыт творчества | Освоены элементы репродуктивной , имитационной деятельности | | | | | | Приобретён опыт самостоятель ной творческой деятельности (оригинально сть, индивидуальн ость, качественная завершенност ь результата) |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|---|
| Опыт общения | Общение отсутствовало (ребёнок закрыт для общения) | | | | | | Приобретён опыт взаимодействия и сотрудничества в системах «педагог-обучающийся» и «обучающийся-обучающийся». Доминируют субъект-субъектные отношения |
| Осознание ребёнком актуальных достижений. Фиксированный успех и вера ребёнка в свои силы (позитивная «Я-концепция») | Рефлексия отсутствует | | | | | | Актуальные достижения ребёнком осознаны и сформулированы |
| Мотивация и осознание перспективы | Мотивация и осознание перспективы отсутствуют | | | | | | Стремление ребёнка к дальнейшему совершенствованию в данной области (у ребёнка активизированы познавательные интересы и потребности) |

Общая оценка уровня результативности:

7-20 балла — программа в целом освоена на низком уровне;

21-28 баллов — программа в целом освоена на среднем уровне;

29-35 баллов — программа в целом освоена на высоком уровне.