

Министерство образования Владимирской области
Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального
образования Владимирской области «Владимирский институт развития образования
имени Л.И. Новиковой»

Кафедра профессионального образования



Дополнительная профессиональная программа

(повышение квалификации) *п 231, 233*

«Основы работы с беспилотными летательными аппаратами: сборка,
программирование, управление»

Владимир

2025

Организация-разработчик: ГАОУ ДПО ВО «Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой»

Разработчик(и) программы:

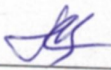
Никерова Т.А., заведующий кафедрой профессионального образования, к.э.н., доцент

Е.А. Беляева- доцент кафедры профессионального образования, к.п.н.

А.Е. Осипова – методист кафедры профессионального образования.

Ф.Ф. Сулейманов- учитель труда (технологии) МБОУ г. Владимир « Учебный центр №3»

Программа рекомендована кафедрой профессионального образования ГАОУ ДПО ВО ВИРО к использованию в учебном процессе для повышения квалификации педагогических работников системы СПО

Протокол № 5 от « 04 » 12 2025 г. Зав. кафедрой  /Подпись/

Раздел 1. Характеристика программы

1.1. Цель реализации программы: развитие профессиональной компетентности педагогов в области проектирования, сборки, настройки и управления БПЛА.

1.2. Планируемые результаты обучения:

<i>Трудовая функция</i>	<i>Трудовое действие</i>	<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>
Общепедагогическая функция. Обучение	-Разработка и реализация программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы -Планирование и проведение учебных занятий/ -Формирование навыков, связанных с информационно-коммуникационными технологиями (далее — ИКТ)	-Основы проектирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов; -Средства обучения и их применение в образовательном процессе (программные и аппаратные платформы, средства проектирования).	- Проектировать модуль «Робототехника» в рамках рабочей программы по учебному предмету «Технология» в соответствии с требованиями ФГОС ООО, с учетом материально-технической базы образовательной организации; - Проектировать беспилотные летательные аппараты и их отдельные узлы; - Проводить наглядную демонстрацию возможностей беспилотных летательных аппаратов как средства обучения.

1.3. Категория слушателей: учителя труда (технологии), руководители МО учителей труда (технологии), педагоги дополнительного образования.

1.4. Форма обучения – очная / заочная, с применением дистанционных технологий.

1.5. Срок освоения программы: 72 ч.

Раздел 2. Содержание программы

2.1. Учебно-тематический план

№№	Наименование разделов (модулей)	Всего часов	Вид учебных занятий, учебных работ			Форма контроля
			Лекции	Интерактивные занятия	Дистанционные занятия	
	Модуль 1. Общие сведения.	24			24	
1.1	Общая характеристика раздела «Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)» инвариантного модуля «Робототехника». Нормативно-правовая база. Результаты освоения модуля.	2			2	Никерова ТА
1.2	История создания. Российские производители беспилотных авиационных систем (БАС).	2			2	Никерова ТА
1.3	Основные компоненты корпуса БАС, типы корпусов	6			6	Беляева ЕА
1.4	Определение коптерной и мультироторной беспилотной авиационной системы (БАС) и ее характеристики	8			8	Беляева ЕА
1.5	Техника безопасности при взаимодействии с БАС	4			4	Беляева ЕА
1.6	Соревнования и чемпионаты в сфере БАС.	2			2	Никерова ТА
	Модуль 2. Сборка аппаратной части.	6	2	4		
2.1	Устройство беспилотного	1	1			Сулейманов ФФ

	воздушного судна (БВС) состав и компонентная база					
2.2	Порядок сборки аппаратной части БПЛА.	1	1			Сулейманов ФФ
2.3	Выполнение сборки аппаратной части.	4		4		Сулейманов ФФ практическая работа
	Модуль 3. Настройка аппаратно- программной части.	4		4		
3.1	Настройка аппаратной части.	1		1		Сулейманов ФФ практическая работа
3.2	Настройка программной части.	1		1		Сулейманов ФФ практическая работа
3.3	Проверка работоспособности БПЛА.	2		2		Сулейманов ФФ практическая работа
	Модуль 4. Программирование полета.	14	1	13		
4.1	Методы составления миссии автономного полета.	2	1	1		Сулейманов ФФ практическая работа
4.2	Использование языка Python для программирования миссии автономного полета. Условия и циклы. Модули и функции.	8		8		Сулейманов ФФ практическая работа
4.3	Разработка алгоритма автономного полета БАС.	4		4		Сулейманов ФФ практическая работа
	Модуль 5. Демонстрация полета собранного, настроенного и запрограммированного БПЛА.	18	3	15		
5.1	Предполетная подготовка.	4	2	2		Сулейманов ФФ практическая работа

5.2	Полётная практика	8		8		Сулейманов ФФ практическая работа
5.3	Послеполетное обслуживание.	2	1	1		Сулейманов ФФ практическая работа
5.4	Посещение современных учебно- тренировочных площадок для рабрыты с БПЛА	4		4		Сулейманов ФФ практическая работа
	Модуль 6. Итоговая аттестация Публичная защита проекта	6		6		проект
Итого		72	6	42	24	
Проверка выпускных работ		0,25 ч на одну работу				

2.2. Рабочая программа

Модуль 1. Общие сведения.

Тема 1.1. Общая характеристика раздела «Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)» инвариантного модуля «Робототехника» . Нормативно-правовая база (лекция - 2ч).

Лекция. Раздел «Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)» инвариантного модуля «Робототехника» в учебном предмете «Труд (Технология)». Задачи учебного курса. Реализация межпредметных связей. Общее количество часов, рекомендованных для изучения данного модуля.

Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем. Нормативные документы, регламентирующие порядок учета, эксплуатации и выполнения полетов. Основы теории и законодательства в сфере применения беспилотных летательных аппаратов.

Задание:

Основные вопросы по теме:

1. Какие основные изменения произошли в предметной области «Технология» на основании принятия Федерального закона от 19.12.2023 г. № 618-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»?»
2. Каковы роль и место раздела «Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)» в структуре курса по предмету «Труд (технология)».
3. Каковы предметные результаты освоения раздела «Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)»?
4. Перечислите основные виды деятельности обучающихся в рамках освоения «Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)».

Тема 1.2. История создания. Российские производители беспилотных авиационных систем (БАС)(лекция - 2ч) .

Лекция. История развития БПЛА: jt аэростатов до дронов.

Ключевые российские производители БАС. Преимущества российских БАС.

Задание:

Основные вопросы по теме:

1. Какие идеи и проекты XV - XVIII веков можно считать прототипами беспилотных аппаратов?
2. Какое событие 1897 г. можно считать началом эпохи развития беспилотных технологий?
3. Какое техническое решение компании MikroKopter значительно ускорило развитие индустрии БПЛА?
4. Какова основная цель национального проекта «Беспилотные авиационные системы»?

Тема 1.3. Основные компоненты корпуса БАС, типы корпусов. (Лекция — 4 ч, практическая работа — 2 часа)

Лекция. Определение корпуса и винтомоторных групп в контексте беспилотных авиационных систем. Корпус БАС. Основные компоненты корпуса. Различные типы корпусов. Материалы и технологии в конструкции корпуса. Винтомоторные группы (ВМГ). Структура винтомоторных групп. Различные конфигурации ВМГ. Технологии и инновации в разработке винтомоторных групп.

Практическая работа.**Задание:**

Ответ на вопросы.

Что относится к основным компонентам корпуса БАС?

Какое значение имеют корпус и винтомоторные группы для БАС?

Какие материалы чаще всего используются в конструкции корпуса БАС?

Что относится к структуре винтомоторных групп?

Какие требования предъявляются к проектированию корпуса и ВМГ для БАС?

Тема 1.4. Определение коптерной и мультироторной беспилотной авиационной системы (БАС) и ее характеристики. (Лекция — 4ч, практическая работа — 4 часа).

Лекция. Значение и применение коптерных БАС в различных областях. Планирование сборки. Определение целей и требований к сборке. Выбор компонентов и оборудования. Сборка рамы и установка моторов. Выбор и сборка рамы коптера. Установка и подключение моторов. Установка электроники и аккумуляторов.

Практическая работа.**Задание:**

Ответьте на вопросы.

Что является первым шагом при планировании сборки коптера?

Какой компонент отвечает за управление полетом БАС?

Какова роль GPS-модуля в БАС коптерного типа?

Что необходимо сделать перед первым полетом БАС?

В чем заключается цель тестирования и оптимизации после первых полетов?

Тема 1.5. Техника безопасности при сборке, настройке и программировании. (Лекция — 2 ч, практическая работа — 2 часа)

Лекция. Правила безопасности при эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Практическое занятие (1 ч). Практическое задание № 1 Оформление инструкции для обучающихся по технике безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами в помещении и на открытом воздухе.

Практическая работа.**Задание:**

Ответьте на вопросы.

Как определяется роль специалиста и очевидца в контексте взаимодействия с беспилотными авиационными системами (БАС)?

Какие основные задачи выполняет специалист при работе с беспилотными авиационными системами (БАС)?

Какие меры безопасности должен соблюдать очевидец при наблюдении за полетами беспилотных авиационных систем?

Каким образом специалисты могут предотвратить возникновение аварийных ситуаций при работе с БАС?

Какие преимущества предоставляет соблюдение правил техники безопасности при работе с БАС?

Тема 1.6. Соревнования и чемпионаты в сфере БАС(лекция - 2ч) .

Лекция. Нормативно-правовая база в области БАС. Классификация мероприятий: по целям проведения, по масштабу проведения, по формату проведения, по уровню участников.

Основы организации соревнований: планирование мероприятия, источники финансирования, выбор, подготовка площадки мероприятия.

Задание:

Основные вопросы по теме:

1. Какой национальный проект определяет стратегию развития беспилотной авиации в РФ?
2. По каким основаниям классифицируются соревнования в области БАС?
3. Каким документом регламентируется проведение соревнований в области БАС?
4. Каковы основные цели проведения соревнований в области БАС?

Модуль 2. Сборка аппаратной части

Тема 2.1. Устройство беспилотного воздушного судна (БВС) состав и компонентная база (лекция - 1ч).

Лекция. Компоненты, входящие в состав БВС. Основные компоненты корпуса БВС. Типы корпусов БВС. Типы аккумуляторов. Управление полётом. Источники энергии. Комплекс управления БВС.

Тема 2.2. Порядок сборки аппаратной части БПЛА (лекция - 1ч).

Лекция. Перечень инструментов и материалов, которые используются для сборки. Комплекующие для съёмки видео и перевозки небольших грузов.

Тема 2.3. Выполнение сборки аппаратной части (практическая работа — 4 ч).

Этапы сборки и сама сборка дрона: частичная сборка рамы, установка электродвигателей, установка камеры и цифрового видеопередатчика, пайка питающих проводов и разъёмов, установка регулятора оборотов, установка полетного контроллера, установка приемника управляющего сигнала, пайка приемника управляющего сигнала с полетным контроллером, укладка и изоляция проводов, окончательная сборка рамы.

Практическая работа. Выполнение пошаговой сборки аппаратной части БВС (на примере модели ARA FPV или аналогичной) с использованием комплекта комплектующих и технической документации: монтаж основных узлов, подключение электропроводки, настройка базовых параметров системы управления, проведение тестового запуска и проверки работоспособности собранного образца.

Модуль 3. Настройка аппаратно-программной части.

Тема 3.1. Настройка аппаратной части(практическая работа — 1 ч) .

Основные компоненты аппаратной части БПЛА. Прошивка и настройка аппаратуры управления. Прошивка и настройка приемника. Процедура связки приемника и аппаратуры управления. Активация и настройка видеопередатчика.

Практическая работа. Выполнение комплекса работ по настройке аппаратной части собранного БВС (на примере модели ARA FPV или аналогичной) с использованием диагностического оборудования и программного обеспечения: калибровка датчиков, конфигурирование полётного контроллера, регулировка силовой установки, настройка систем связи и полезной нагрузки; проведение тестовых проверок стабильности работы всех подсистем и фиксация результатов в отчётной документации.

Тема 3.2. Настройка программной части (практическая работа — 1 ч) .

Подготовка программного обеспечения. Настройка полетного контроллера.

Практическая работа. Выполнение комплекса работ по настройке программного обеспечения БВС : установка и обновление прошивки, конфигурирование основных параметров

етров полёта в наземной станции, калибровка датчиков через ПО, программирование тестовой автономной миссии, отладка взаимодействия подсистем, проведение тестового прогона и фиксация результатов в отчётной документации.

Тема 3.3. Проверка работоспособности БПЛА (практическая работа — 2 ч).

Проверка крепления двигателей. Использование предохранителя. Проверка ориентации квадрокоптера в пространстве. Проверка двигателей. Калибровка регуляторов оборотов. Проверка работы «ARM», «DISARM» и газа. Проверка работы рысканья, крена и тангажа. Настройка Failsafe. Проверка работы видеопередатчика. Проверка крепежа. Проверка установки пропеллеров.

Практическая работа · Проведение комплексного тестирования работоспособности собранного и настроенного БПЛА (на примере модели *Geoscan 101* или аналогичной) по утверждённому чек-листу: выполнение внешнего осмотра, диагностика электронных компонентов, тестирование силовой установки на стенде, проверка систем навигации и связи в статическом режиме, имитация полётных режимов в симуляторе, фиксация результатов в протоколе испытаний.

Модуль 4. Программирование полета.

Тема 4.1. Методы составления миссии автономного полета (лекция — 1 ч, практическая работа — 1 ч).

Лекция. Настройка полетных режимов. Автопилоты PX4 и Ardupilot. Составление миссии в Qground Control. Составление миссии в Mission Planner. Программирование автономной миссии.

Практическая работа Составление программы автономного полёта для наземной станции управления: выбор цели миссии, разметка маршрута с заданием параметров высоты и скорости, настройка действий в путевых точках (фотосъёмка, включение полезной нагрузки), верификация маршрута в симуляторе, экспорт и загрузка полётного задания в бортовой контроллер, оформление документации по результатам планирования.

Тема 4.2. Использование языка Python для программирования миссии автономного полета. Условия и циклы. Модули и функции (практическая работа — 8 ч)

Установка Python. Установка PX4 Toolchain с симулятором. Установка MAVSDK. Пример скачивания лог-файла с помощью Python. Пример загрузки полетной миссии с помощью Python.

Практическая работа · Разработка Python-скрипта для управления миссией БПЛА: настройка окружения (подключение к БПЛА, проверка сервисов), реализация условий (проверка заряда батареи), циклов (облёт заданных точек), функций (посадка), интеграция модулей ROS, тестирование в симуляторе, оформление отчёта с листингом кода, описанием логики и результатами испытаний.

Тема 4.3. Разработка алгоритма автономного полета БАС (практическая работа — 4 ч).

Цели автономного полета. Основные компоненты системы управления автономным полетом. Ключевые модули алгоритма автономного полета. Примеры алгоритмов автономного полета. Программирование и реализация: языки программирования, среды разработки, кодирование алгоритмов управления.

Практическая работа · Разработка и отладка алгоритма автономного полёта для БАС: формулировка задачи (например, облёт 5 точек с фотофиксацией), построение блок-схемы алгоритма, реализация на Python (с использованием MAVSDK или ROS) основных блоков —

взлёт, навигация, выполнение миссии, посадка; моделирование внештатных ситуаций (потеря связи, низкий заряд), тестирование в симуляторе, фиксация результатов (логи, скриншоты телеметрии), оформление отчёта с описанием логики и выявленных проблем.

Модуль 5. Демонстрация полета собранного, настроенного и запрограммированного БПЛА.

Тема 5.1.Предполетная подготовка (лекция — 2 ч, практическая работа — 2 ч) .

Лекция. Подготовка оборудования и инструментов для квадрокоптера. Подготовка зоны проведения полета: при полете в помещении;при полете на открытом пространстве. Чрезвычайные ситуации при выполнении первого полета.

Практическая работа · Выполнение предполётной подготовки БАС (на примере мультироторного БПЛА): проведение визуального осмотра (целостность корпуса, пропеллеров, защитных элементов), проверка затяжки крепёжных узлов, контроль заряда аккумуляторов и подключения кабелей, калибровка датчиков, синхронизация с GPS (определение числа спутников, установка точки возврата), настройка наземной станции управления (загрузка миссии, проверка телеметрии), моделирование внештатной ситуации (потеря связи), заполнение чек-листа предполётного контроля и отчётной документации.

Тема 5.2.Полётная практика(практическая работа — 8 ч).

Подготовка к полету: изучение задания и карты района полета; проверка погодных условий; техническая подготовка БПЛА .Этапы полета. Посадка. Опасные ситуации и их профилактика. Примеры полетной практики на реальных БПЛА.

Практическая работа · Выполнение реального полёта БАС (на примере мультироторного БПЛА) по утверждённому сценарию: получение разрешения на полёт, проведение предполётного брифинга, выполнение визуального осмотра аппарата, запуск моторов, взлёт и набор высоты, следование по маршруту с выполнением целевых задач (фотосъёмка, мониторинг), контроль телеметрии в реальном времени, имитация нештатной ситуации, выполнение посадки, послеполётный осмотр БПЛА, заполнение полётного журнала и отчёта с анализом результатов.

Тема 5.3.Послеполетное обслуживание (лекция — 1 ч, практическая работа — 1 ч) .

Лекция. Визуальный осмотр. Механическая очистка дрона. Проверка и обслуживание батарей. Проверка роторной системы. Проверка и калибровка датчиков. Проверка и обслуживание двигателя .Проверка системы управления и связи. Проверка рулевого управления. Проверка системы питания. Ключевые моменты для безопасности при послеполетном обслуживании.

Практическая работа · Выполнение послеполётного обслуживания БАС (на примере мультироторного БПЛА): проведение визуального осмотра (фиксация царапин, сколов, деформаций), проверка затяжки винтов и состояния пропеллеров, измерение температуры силовых элементов, контроль уровня заряда аккумуляторов, считывание логов телеметрии через наземную станцию управления, анализ параметров полёта (высота, скорость, отклонения от маршрута), обслуживание полезной нагрузки (очистка камеры, копирование фото-/видеоматериалов), заполнение полётного журнала (с указанием замечаний и рекомендаций), упаковка БАС для хранения/транспортировки.

Тема 5.4. Посещение современных учебно-тренировочных площадок для работы с БПЛА (практическая работа — 4 ч).

Роль учебно-тренировочных площадок (УТП) в подготовке операторов БПЛА. Цели посещения/работы на УТП. Организационно-методические аспекты (правила посещения УТП; инструкции по технике безопасности и порядку проведения тренировок; нормативно-техническая база).

Обучение и отработка навыков управления БПЛА на современных учебно-тренировочных площадках.

Практическая работа · Организация визита на учебно-тренировочную площадку (на примере полигона КГТА или аэродрома «Киржач»): изучение регламента площадки и требований к участникам, подготовка необходимого оборудования, проведение инструктажа по технике безопасности, выполнение тестовых полётов в отведённых зонах, отработка базовых манёвров и процедур посадки, знакомство с инфраструктурой (зоны зарядки, обслуживания, симуляторы), фиксация наблюдений и полученных навыков в отчётной документации.

Модуль 6. Итоговая аттестация (практическое занятие - 6 ч)

Практическая работа: защита итоговой работы

Итоговая аттестация осуществляется по совокупности результатов всех видов контроля, предусмотренных программой: выполнение практических работ и публичной защиты итогового проекта.

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Промежуточный контроль

Раздел программы: Модуль 1. Общие сведения.

Форма: оценка проводится по системе: «зачтено» / «не зачтено».

Описание, требования к выполнению:

Критерии оценивания:

Успешность усвоения материала характеризуется качественной оценкой. Качественная оценка выражена оценкой «зачтено»

Качество освоения материала	Уровень достижений	Оценка в системе «зачтено – не зачтено»
90-100%	высокий	Зачтено
66-89%	повышенный	Зачтено
50-65%	средний	Зачтено
Меньше 50%	Ниже среднего	Не зачтено

Итоговая аттестация

Форма: защита итоговой работы (проекта)

Итоговая аттестация проводится после освоения всех модулей программы. Допуском к итоговой аттестации является положительный результат промежуточной аттестации. Итоговая аттестация осуществляется аттестационной комиссией, состав которой утверждается приказом ректора Института.

Защита итоговой работы проходит в виде публичной защиты проекта.

Презентация выполняется индивидуально в соответствии со следующими требованиями к структуре и оформлению:

Описание, требования к выполнению:

Наименование итоговой аттестационной работы: «Практико-ориентированный проект по сборке и программированию беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для решения учебно-практических задач».

Цель работы: Демонстрация комплексного освоения слушателем современных технологий в области беспилотной авиации, включая сборку, настройку, калибровку и программирование БПЛА для полёта.

Задачи итоговой работы:

1. Самостоятельно собрать мультироторный беспилотный аппарат (квадрокоптер) из предоставленного комплекта деталей.
2. Произвести установку и настройку полётного контроллера (например, на базе ArduPilot/PX4).
3. Выполнить калибровку датчиков (гироскоп, акселерометр, компаса), радиоаппаратуры и систем.

4. Разработать (или адаптировать) полётное задание в наземной станции управления (например, Mission Planner, QGroundControl), задав маршрут в виде замкнутой траектории с ключевыми точками (взлёт, набор высоты, прохождение маршрута, посадка).
5. Осуществить пробные полёты в ручном режиме и успешно выполнить полностью полёт по заданному маршруту.
6. Проанализировать результаты полёта по телеметрическим данным.

Критерии оценивания:

- Корректность и надёжность сборки аппарата.
- Грамотность настройки и калибровки программно-аппаратного комплекса.
- Сложность и точность выполнения заданной траектории.
- Успешность выполнения полётного задания (взлёт, прохождение маршрута, посадка).
- Качество анализа полученных данных и выводов.

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Организационно-методическое и информационное обеспечение программы

Нормативные документы

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в действующей редакции)
- Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Минпросвещения России от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (далее - ФГОС ООО) (в действующей редакции)
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации № 110 от 19.02.2024 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных государственных образовательных стандартов основного общего образования»
- Методическое письмо по учебному предмету "Труд (технология)"
- Федеральная рабочая программа основного общего образования "Труд (технология)" (для 5-9 классов образовательных организаций)

Локальные нормативные акты

- Положение об итоговой аттестации слушателей по программам повышения квалификации в ГАОУ ДПО ВО ВИРО
- Положение об организации дополнительного профессионального образования слушателей ГАОУ ДПО ВО ВИРО

Литература (интернет-ресурсы)

1. Все о квадрокоптерах: применение, классификация, производители. – URL: <https://digitalsquare.ru/ctati/vse-o-kvadrokopterah.html>
2. Инструкция по безопасности при сборке дронов. – URL: <https://clover.coex.tech/ru/safety.html>
4. Обзор мирового опыта коммерческой доставки грузов с помощью беспилотников. – URL: <https://habr.com/ru/articles/402475/>
5. Техника безопасности. Информация об эксплуатации LiPO аккумуляторов. – URL: <https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipobatareyah-dlya-fpv-dronov.html>
6. Астахова, Н.Л. Дроны и их пилотирование. С чего начать / Н.Л. Астахова, В.А. Лукашов.
7. Воздушный кодекс Российской Федерации (редакция от 13.06.2023).
8. Яценков, В.С. Твой первый квадрокоптер: теория и практика / В.С. Яценков.
9. ГОСТ 17325-79 Пайка и лужение. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008728>
10. Подробный список инструментов, необходимых для сборки FPV дрона. – URL: <https://i-smotr.ru/kakie-instrumentyneobhodimye-dlya-postrojki-fpv-drona-podrobnyi-spisok.html>

11. Пошаговая сборка квадрокоптера своими руками. – URL: <https://profpv.ru/poshagovaya-sborka-kvadrokoptera-svoimi-rukami/>
12. Рэндл, У. Биард Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика / У. Биард Рэндл, У. МакЛейн Тимоти. 95
13. Первоначальная настройка PX4. – URL: <https://clover.coex.tech/ru/setup.htm>
14. ПО наземного управления QGroundControl. – URL: <http://qgroundcontrol.com/>
15. ПО наземного управления Mission Planner. – URL: <https://ardupilot.org/planner/>
16. Прошивка. – URL: Ardupilot <https://ardupilot.org/copter/index.html>
17. Прошивка PX4. – URL: <https://docs.px4.io/main/en/>
18. Прошивка Betaflight. – URL: <https://betaflight.com/docs/wiki>
19. Прошивка радиоаппаратур OpenTX. – URL: <https://www.open-tx.org/>
20. Планирование миссий полета и анализ данных (ПО Mission Planner). – URL: http://ardupilot-mega.ru/index.php/manuals/mission_planner
21. ПО наземного управления Mission Planer. – URL: <https://ardupilot.org/planner/>
22. Программирование PX4. – URL: <https://clover.coex.tech/ru/programming.html>
23. Протокол управления БПЛА. – URL: <https://mavlink.io/en/>
24. Язык программирования Python. – URL: <https://www.python.org/>
25. Мэтиз, Эрик. Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения / Эрик Мэтиз.
26. FPV симулятор Liftoff. – URL: <https://www.liftoffgame.com/liftoff-fpv-drone-racing>
27. Как управлять квадрокоптером? – URL: <https://dronomania.ru/faq/kak-upravlyat-kvadrokopterom.html>
28. БПЛА: классификация, типы, сферы применения <https://3mx.ru/articles/bpla-konstruktsiya-tipy-sfery-primeneniya>
29. Ларин Е. А., Качалин А. М. Беспилотные летательные аппараты. Квадрокоптеры. [https://sch1794s.mskobr.ru/files/Razdelyi_sayta/Kadetyi/PREDPROF_ekzamen/Презентация.pp tx.pdf](https://sch1794s.mskobr.ru/files/Razdelyi_sayta/Kadetyi/PREDPROF_ekzamen/Презентация.pp%20tx.pdf)
30. Астахова, Н. Л. Дроны и их пилотирование. С чего начать / Н. Л. Астахова, В. А. Лукашов. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2021 224 с.
31. Луцкий М.В., Швецов Д.В., Николаев С.И., Семенов Н.С. Беспилотные летательные аппараты. 8-9 классы. Учебник

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Технические средства обучения

Учебная аудитория для проведения лекционных/практических занятий;
рабочие места слушателей, оснащенные персональными компьютерами (ноутбуками),
рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером (ноутбуком), проекционное
оборудование, системное программное обеспечение. Сетчатый куб для реализации
программ тренировок по обучению полетам на БПЛА.