

ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ И ПО ДЕЛАМ МОЛОДЕЖИ АДМИНИСТРАЦИИ
И ПО ДЕЛАМ МОЛОДЕЖИ АДМИНИСТРАЦИИ МЕДВЕДЕВСКОГО
МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА МУНИЦИПАЛЬНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МЕДВЕДЕВСКАЯ СРЕДНЯЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №3 С УГЛУБЛЕННЫМ
ИЗУЧЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ ИМ. 50-ЛЕТИЯ
МЕДВЕДЕВСКОГО РАЙОНА»

СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УВР  Михайлова О.В. «29» 08 2025г.	ПРИНЯТО педагогическим советом Медведевская МОБУ СОШ №3 от «29» 08 2025г. Протокол № 1	УТВЕРЖДАЮ директор МОБУ СОШ №3  Чугунова И.Ф. «Медведевская средняя общеобразовательная школа №3» Приказ № 38/02-г 2025г.
---	---	---

**Дополнительная общеразвивающая программа "Основы
эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС)"**

Направленность: Техническая

Вид программы: Модифицированная, комплексная

Срок реализации: 1 год

Возраст обучающихся: 10-18 лет (с возможностью деления на группы 10-14 лет и 15-18 лет с разной глубиной прохождения материала)

Пояснительная записка

Актуальность программы: Беспилотные авиационные системы (БАС) – одна из самых динамично развивающихся технологий современности. Они находят применение в самых разных сферах: от фото- и видеосъемки до картографии, мониторинга объектов, сельского хозяйства и доставки грузов. Раннее знакомство с основами устройства, программирования, пилотирования и обслуживания БАС формирует у подрастающего поколения интерес к инженерным и IT-профессиям, развивает пространственное мышление, ответственность и навыки работы с высокотехнологичным оборудованием.

Новизна программы: Программа является комплексной и объединяет три ключевых направления подготовки специалиста в области БАС: летную практику, программирование и техническое обслуживание. Такой подход позволяет обучающимся не просто научиться управлять дроном, но и понимать его внутреннее устройство, создавать для него алгоритмы и устранять неисправности.

Педагогическая целесообразность: Программа построена на принципах последовательного усложнения материала – от простого к сложному. Обучение сочетает в себе теорию с обширной практической и проектной деятельностью, что способствует прочному усвоению знаний и развитию творческих способностей.

Цель программы: Формирование у обучающихся целостного представления о беспилотных авиационных системах, получение первоначальных знаний и практических навыков в области пилотирования, программирования и технической эксплуатации БАС.

Задачи программы:

Обучающие:

- Изучить основы аэродинамики, устройства и классификации БАС.
- Освоить принципы безопасного управления БАС в симуляторе и в реальных условиях.
- Изучить основы радиоэлектроники и схемотехники, применяемой в БАС.
- Освоить основы программирования на языке Python/C++ для создания автономных полетных заданий.
- Научить проводить диагностику, техническое обслуживание и мелкий ремонт компонентов БАС.

Развивающие:

- Развивать инженерное, алгоритмическое и пространственное мышление.

- Развивать мелкую моторику и координацию при сборке и пайке компонентов.
- Развивать навыки проектной деятельности и работы в команде.

Воспитательные:

- Воспитывать ответственность за соблюдение правил безопасности при работе с техникой.
- Формировать культуру труда и бережное отношение к оборудованию.
- Воспитывать настойчивость в достижении цели при решении технических задач.

Ожидаемые результаты:

По окончании курса обучающийся будет знать:

- Основные типы БАС, их устройство и принципы полета.
- Правила безопасности и законодательство в области использования БАС.
- Основные компоненты БАС (полетный контроллер, ESC, моторы, датчики, аккумуляторы) и их назначение.
- Основы языка программирования (Python/C++) и среды разработки для БАС (например, ArduPilot, DroneKit).
- Методы диагностики неисправностей с использованием мультиметра, осциллографа и других инструментов.

По окончании курса обучающийся будет уметь:

- Уверенно управлять БАС в различных режимах (включая ручной и GPS-режимы).
- Выполнять базовые и сложные фигуры пилотирования на симуляторе и на реальном дроне.
- Создавать и загружать автономные полетные задания (съемка площади, облет объекта по точкам).
- Проводить предполетную подготовку и послеполетное обслуживание БАС.
- Диагностировать и устранять типовые неисправности: замена моторов, пропеллеров, пайка контактов, калибровка датчиков.
- Читать электрические схемы и проводить измерения основных параметров.

Учебный план

Модуль 1: "Диагностика и ремонт беспилотных авиационных систем" (612 часов)

№	Наименование темы	Количество часов			Форма промежуточно й аттестации
		Всего	Теория	Практика	
1.1	Введение в устройство и классификацию БПЛА	48	16	32	Тестирование
1.2	Основы аэродинамики и динамики полета мультироторных систем	42	20	22	Расчетно- графическая работа
1.3	Электротехника и радиоэлектроник а для БПЛА	84	28	56	Практическая работа: сборка и отладка электронных схем
1.4	Силовые установки и энергетические системы	90	30	60	Лабораторная работа: тестирование и подбор силовой установки
1.5	Полетные контроллеры и датчики	96	32	64	Комплексная работа: диагностика и калибровка

					сенсорной системы
1.6	Аппаратура управления и передачи данных	54	18	36	Практическая работа: настройка и тестирование каналов связи
1.7	Полезные нагрузки и специализированное оборудование	66	22	44	Зачет: защита проекта оснащения БПЛА
1.8	Техническое обслуживание и ремонт	132	44	88	Дипломная практическая работа: полная диагностика и восстановление неисправного БПЛА
Итоговый контроль по модулю					Квалификационный экзамен

Модуль 2: "Программирование беспилотных систем" (306 часов)

№	Наименование темы	Количество часов			Форма промежуточно й аттестации
		Всего	Теория	Практика	
2.1	Основы программирования на Python	72	24	48	Зачет: написание комплексного приложения
2.2	Протоколы связи и API для БПЛА	54	18	36	Практическая работа: реализация обмена данными
2.3	Автоматизация полетных заданий	78	26	52	Зачет: разработка автономного полетного задания
2.4	Обработка телеметрии и данных с датчиков	48	16	32	Лабораторная работа: создание системы мониторинга
2.5	Основы компьютерного зрения для БПЛА	54	18	36	Проект: система анализа видеопотока

Итоговый контроль по модулю					Защита итогового проекта
------------------------------------	--	--	--	--	---------------------------------

Модуль 3: "Основы летной практики" (306 часов)

№	Наименование темы	Количество часов			Форма промежуточной аттестации
		Всего	Теория	Практика	
3.1	Нормативно-правовая база и безопасность полетов	36	24	12	Экзамен по воздушному праву
3.2	Подготовка к полетам и эксплуатация	42	14	28	Практический зачет: предполетная подготовка
3.3	Пилотирование на симуляторе	60	10	50	Контрольное занятие на симуляторе
3.4	Базовые навыки	84	14	70	Контрольный вылет:

	пилотировани я				выполнение базовых маневров
3.5	Сложные маневры и нештатные ситуации	84	14	70	Квалификационн ый полет
Итоговы й контрол ь по модулю					Комплексный экзамен

Содержание программы

Модуль 1: Основы летной практики (306 часов)

- **Темы:** История БАС. Классификация. Законодательство (ФАП-138, правила полетов). Техника безопасности. Основы аэродинамики мультироторных систем. Устройство дрона. Радиоуправление. Работа на симуляторах (Liftoff, VelociDrone). Отработка базовых маневров: взлет, посадка, висение, движение по квадрату, "восьмерка". Полеты в FPV (от первого лица). Полеты в помещении (микро-дроны) и на открытой площадке. Действия в нестандартных ситуациях.

Модуль 2: Программирование БАС (306 часов)

- **Темы:** Введение в Python/C++ (переменные, условия, циклы, функции). Основы работы с ОС Linux. Знакомство со средами разработки ArduPilot/PX4 Mission Planner, QGroundControl. Структура параметров полетного контроллера. Написание простых скриптов для управления сервоприводами. Использование DroneKit API для создания автономных миссий (взлет, полет по точкам, выполнение задания, возврат). Основы работы с библиотекой OpenCV для распознавания маркеров и цветовых меток.

Модуль 3: Диагностика и ремонт БАС (612 часов)

- **Темы:** Закон Ома. Основы схемотехники. Чтение электросхем. Паяльное оборудование и техника пайки. Устройство и подбор компонентов: рамы (классификация материалов), моторы (KV), ESC (протоколы), аккумуляторы (LiPo, правила эксплуатации). Полетный контроллер, GPS-модуль, телеметрия. Датчики (акселерометр, гироскоп, барометр). Калибровка датчиков. Использование мультиметра для "прозвонки" цепей. Диагностика обрывов, КЗ, "мертвых" компонентов. Процедура предполетного и послеполетного осмотра. Пошаговый алгоритм поиска неисправности. Практические занятия по замене поврежденных деталей, перепайке разъемов, ремонту обрывов проводки. Сборка коптера "с нуля" из предоставленного набора компонентов, его настройка и облет.

Формы аттестации:

- Текущий контроль: выполнение практических заданий, тестирование.
- Промежуточный контроль: зачетные полетные нормативы, защита программных проектов, диагностика и устранение "заказанных" неисправностей.
- Итоговая аттестация: Защита комплексного проекта, в котором обучающийся демонстрирует навыки всех трех модулей (например, самостоятельно собранный и запрограммированный дрон выполняет автономную миссию по съемке местности).

Материально-техническое обеспечение:

- **Учебный класс:** Компьютеры с ПО (симуляторы, ArduPilot/PX4 Mission Planner, QGroundControl, среды разработки Python/C++), проектор.
- **Оборудование для пилотирования:** FPV-симуляторы, микро-дроны для помещений (Eachine E010, Tiny Whoop), тренировочные дроны (Geoskan Mini, Geoskan Pioneer, FPV-дроны), защищенная летная зона.
- **Оборудование для программирования:** Полетные контроллеры (Geoskan, Matrix), телеметрические модули, наборы для экспериментов.
- **Оборудование для ремонта:** Паяльные станции, мультиметры, осциллографы, наборы инструментов (отвертки, пинцеты), стенды для сборки. Запасные компоненты (моторы, ESC, рамы, пропеллеры, провода, разъемы, аккумуляторы).
- **Средства индивидуальной защиты:** Очки, перчатки.

Данная программа является фундаментальной и может служить основой для создания современного центра технического творчества по направлению "Беспилотные авиационные системы".

Учебные и методические пособия:

1. **Федеральные авиационные правила (ФАП).** ФАП-128 "Полеты беспилотных воздушных судов" (или действующая на момент обучения редакция). — *Обязательный для изучения официальный документ.*
2. **Остер-Барден, Д. (или аналогичный автор).** "Научись летать: Полное руководство по дронам для начинающих". — М.: Издательство, год. — *Базовое руководство по основам пилотирования.*
3. **Методическое пособие по организации безопасной летной эксплуатации БАС.** — *Составитель: Образовательная организация. — Внутренний документ, описывающий правила проведения занятий на полигоне.*

Онлайн-ресурсы и программное обеспечение:

4. Официальные сайты производителей симуляторов:

* **Liftoff: Simulator:** <https://www.liftoff-game.com/> (руководства, настройки)

* **VelociDrone:** <https://velocidrone.com/> (руководства, настройки)

5. **Руководства пользователя к конкретным моделям дронов** (например, DJI Mini Series, FPV-дроны Cetus, GepRC и т.д.).

6. **Официальный сайт Росавиации** — раздел, посвященный беспилотным полетам. — *Для ознакомления с законодательной базой.*

II. Программирование беспилотных авиационных систем

Учебники и практические руководства:

1. **Лутц, М. "Изучаем Python".** — 5-е изд. — СПб.: Символ-Плюс, год. — *Классический учебник для начального освоения языка.*
2. **Мэтиз, Э. "Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения".** — 2-е изд. — СПб.: Питер, год. — *Более практико-ориентированный подход, включающий работу с библиотеками.*
3. **Официальная документация по ArduPilot:** <https://ardupilot.org/> — *Основной источник информации по настройке и программированию полетных контроллеров.*
4. **Официальная документация по PX4:** <https://docs.px4.io/> — *Альтернативная и не менее популярная платформа с полной документацией.*
5. **Документация по DroneKit Python:** <https://dronekit.io/> — *Библиотека для создания автономных миссий.*

6. **Шафран, К. "Изучаем C++ через программирование игр".** — СПб.: Питер, год. — Для групп, ориентированных на более глубокое низкоуровневое программирование.
 7. **Официальный сайт OpenCV:** <https://opencv.org/> — Документация, tutorials и руководства по компьютерному зрению.
-

III. Диагностика и ремонт БАС (Радиоэлектроника и конструкция)

Учебники и справочники:

1. **Ревич, Ю. В. "Занимательная электроника".** — 5-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, год. — Отличное пособие для начального погружения в электронику для школьников.
 2. **Петин, Г. А. "Проекты с использованием контроллера Arduino".** — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, год. — Практические основы работы с микроконтроллерами, датчиками и пайкой.
 3. **Хоровиц, П., Хилл, У. "Искусство схемотехники".** — В 3-х т. — М.: Мир, год. — Фундаментальный справочник для углубленного изучения (для старшей возрастной группы).
 4. **Справочник по радиодеталям** (например, под ред. И. П. Жеребцова). — Для идентификации компонентов и понимания их параметров.
 5. **Руководства по эксплуатации (DataSheets) на ключевые компоненты БАС:**
 - Полетные контроллеры (Pixhawk 4, Matek F405, F722).
 - Бесколлекторные моторы и регуляторы хода (ESC).
 - Литий-полимерные (LiPo) аккумуляторы.
 - Радиоприемники и передатчики (протоколы CRSF, Ghost, ExpressLRS).
 6. **Онлайн-ресурсы и сообщества:**
 - **Oscar Liang Blog:** <https://oscarliang.com/> — Обзоры, руководства по настройке и ремонту FPV-дронов.
 - **Joshua Bardwell's YouTube Channel & Website:** <https://www.youtube.com/c/JoshuaBardwell/> — Обширная база знаний по диагностике, настройке и сборке БАС.
 - **Форумы (RCGroups, FPV Community Discord/Telegram чаты)** — Для решения конкретных практических проблем.
-

IV. Для педагога (Методическое обеспечение)

1. **Разработка дополнительных общеобразовательных программ технической направленности.** Методические рекомендации. — М.: ФГБУК "ВЦХТ", год.
2. **Боровиков, Л. И. "Педагогика дополнительного образования".** — М.: Академия, год.
3. **Сборник методических кейсов и практических заданий по модулям программы.** — *Составитель: Педагог. — Внутренний ресурс, включающий сценарии занятий, карты диагностики неисправностей, примеры полетных заданий и т.д.*