Муниципальное автономное учреждение дополнительного образования
Центр детей и молодежи

Принята на заседании
педагогического совета МАУДО ЦДМ
Протокол № 7 от 15.08.2025 г.

Утверждаю:
Директор МАУДО ЦДМ
С.Б. Еремеев
Приказ № 63-д от 19.08.2025 г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 008417B144F86F7460C0D3D6304F76C2F1
Владелец: МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТР ДЕТЕЙ И МОЛОДЁЖИ
Действителен: с 13.01.2025 до 08.04.2026

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Беспилотный транспорт»

Возраст обучающихся: 12-18 лет
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Кожевников Александр Евгеньевич,
педагог дополнительного образования

г. Карпинск
2025 год

Пояснительная записка.

Программа «Беспилотный транспорт» составлена в соответствии с нормативными правовыми актами и государственными программными документами:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее - ФЗ).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 14.07.2022 № 295-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».
3. Федеральный закон Российской Федерации от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (в редакции 2013 г.).
4. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р.
5. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
6. Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (далее - СанПиН).
8. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм».
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
10. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (далее - Порядок).
11. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей».
12. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391 «Об утверждении Порядка

организации и осуществления образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ».

13. Письмо Минобрнауки России № 09-3242 от 18.11.2015 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).

14. Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 07.05.2020 № ВБ-976/04 «Рекомендации по реализации внеурочной деятельности, программы воспитания и социализации и дополнительных общеобразовательных программ с применением дистанционных образовательных технологий».

15. Приказ Министерства образования и молодежной политики Свердловской области от 30.03.2018 № 162-Д «Об утверждении Концепции развития образования на территории Свердловской области на период до 2035 года».

16. Устав МАУДО ЦДМ (с изменениями), утвержденным Постановлением Администрации муниципального округа Карпинск от 14.11.2017 г. № 1644 (с изм. от 24.08.2021 г. № 1049, от 13.03.2024 г. № 329, от 20.05.2024 г. № 709, от 10.12.2024 г. № 1930).

Направленность (профиль) программы – техническая.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности образования детей «Беспилотный транспорт» предназначена для получения базовых знаний о проектировании и моделировании, умении самостоятельно работать с различными видами конструирующих и моделирующих материалов.

Актуальность программы: настоящая программа интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в беспилотном транспорте (БТ). Занимаясь по данной программе, воспитанники должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотников, принципы работы всех их систем, а также управления беспилотным транспортом.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Стратегическая задача программы состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БТ.

Отличительные особенности программы: в программе объединены: начальное инженерное проектирование, программирование микроконтроллеров и микропроцессоров и отведена доля на спортивную деятельность радиоуправления моделями дронов, знакомство с актуальными и передовыми технологиями.

Адресат программы: дети 12-18 лет.

Возрастные особенности детей:

Возраст воспитанников в творческом объединении, на который ориентирована данная дополнительная общеобразовательная программа (дополнительная общеразвивающая программа), 12-18 лет.

В средний школьный возраст - самый благоприятный для творческого развития. В этом возрасте воспитанникам нравится решать проблемные ситуации, находить сходство и различие, определять причину и следствие. Ребятам интересны внеклассные мероприятия, в ходе которых можно высказать свое мнение и суждение. Самому решать проблему, участвовать в дискуссии, отстаивать и доказывать свою правоту. Особое значение для подростка в этом возрасте имеет возможность самовыражения и самореализации.

У старшеклассников происходит существенное изменение самосознания — повышается значимость собственных ценностей, частные самооценки собственных качеств личности перерастают в целостное отношение к себе. Старшеклассники отличаются высоким уровнем обобщения и абстрагирования, произвольностью и устойчивостью внимания, долговременной и логической памятью. В этом возрасте ярко проявляются доминирующие мотивы обучения.

Состав детского творческого объединения – постоянный, при наборе соблюдается принцип добровольности.

Условия приема: Набор воспитанников в группы ведется с учетом их возраста и склонности к технической области знаний.

Принципы формирования учебных групп: Формирование учебных групп производится с учетом пожелания родителей и воспитанников (обучающиеся одной общеобразовательной школы, друзья и т.п.)

Объем и срок освоения программы:

Программа рассчитана на 1 года обучения при постоянном составе детей.

Режим занятий:

4 учебных часа в неделю (2 занятия по 2 часа)

Объем программы: 152 часа (1 года)

1 год обучения – 152 учебных часа (38 недель)

Уровень: базовый

Формы обучения: очная.

Перечень форм обучения**:** фронтальная, индивидуальная, индивидуально-групповая, групповая, с использованием дистанционных технологий и т.п.

Форма обучения, как дидактическая категория, означает внешнюю сторону организации учебного процесса. Она зависит от целей, содержания, методов и средств обучения, материальных условий, состава участников образовательного процесса и других его элементов.

Перечень видов занятий**:** беседа, лекция, практическое занятие, семинар, лабораторное занятие, круглый стол, тренинг, мастер-класс, экскурсия, открытое занятие, дистанционные занятия на платформах онлайн обучения и др.

Перечень форм подведения итогов реализации дополнительной общеразвивающей программы**:** беседа, семинар, мастер-класс, фестиваль, презентация, практическое занятие, открытое занятие, соревнование.

Особенности образовательного процесса:

Образовательный процесс организован в соответствии с учебным планом объединения воспитанников по интересу к техническому творчеству.

1 Группа: 12 человек

Состав групп постоянный.

Творческое объединение охватывает основные приемы работы с беспилотным транспортом, полеты на симуляторе, сбор и настройка беспилотников, установка и настройка FPV оборудования, а также программирование мультироторных БПЛА.

Цель программы: формирование у воспитанников устойчивых знаний и навыков по таким дисциплинам, как:

- аэродинамика (что актуально как для воздушных, так и для наземныхдронов) и конструирование беспилотных аппаратов;
- основы радиоэлектроники и схемотехники;
- программирование микроконтроллеров;
- эксплуатация и управление БТ.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, расширяющей кругозор и образованность.

Задачи программы:

Обучающие:

- Воспитание интереса к технике и технологиям;
- Развитие воображения и пространственного мышления;
- Воспитание трудолюбия, развитие трудовых умений и навыков;
- Расширение политехнического кругозора, умения планировать работу для реализации замысла, предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- Развитие умения планировать свои действия с учетом фактора времени в обстановке с элементами конкуренции;
- Повышение сенсорной чувствительности, развитие мелкой моторики и синхронизации работы обеих рук за счёт обучения сборке и управлению беспилотными аппаратами;
- Ознакомление воспитанников с духом научно-технического соревнования;
- Обучение воспитанников проектированию, сборке и программированию беспилотных летательных аппаратов, использованию современных средств автоматического контроля и управления для создания интеллектуального БТ;
- Самореализация личности воспитанника;
- Развитие творческих способностей ребенка.

Развивающие:

- Содействовать развитию креативных способностей и логического мышления детей;
- Сформировать образное мышление и умение выразить свой замысел;
- Развивать образное и пространственное мышление, фантазию, творческую активность, а также моторику рук, последовательность в выполнении действий;
- Стимулировать интерес к экспериментированию и конструированию как содержательной поисково-познавательной деятельности.

Воспитательные:

- Воспитывать внимание, аккуратность, целеустремленность;
- Способствовать овладению коммуникативной компетенции на основе организации совместной продуктивной деятельности, прививать навыки работы в группе, в парах.

Планируемые результаты: образовательная программа дает каждому воспитаннику по результатам ее прохождения возможность овладения всеми заявленными компетенциями и выполнения проектной работы по созданию беспилотной авиационной системы. Формой отчетности является успешное выполнение всех практических задач, последующая защита собственного реализованного проекта.

I. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В ходе реализации программы, обучающиеся изучают устройство беспилотников, электротехнику, пайку и программирование микроконтроллеров и микропроцессоров. В ходе работы они получают опыт работы с инструментом, а также опыт в управлении беспилотной моделью.

Разделы	Темы	Теория	Практика	Всего час.
Блок 1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Практика на симуляторах.	5	22	27
Блок 2	Сборка и настройка беспилотников. Учебные полёты/поездки	12	33	45
Блок 3	Настройка, установка FVP-оборудования. Полёты/поездки от первого лица.	7	21	28
Блок 4	Программирование мультироторных беспилотников.	4	11	15
Блок 5	Работа в группах над инженерным проектом.	2	26	28
	Итоговая аттестация	-	9	9
	Итого:	30	122	152

II. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

1. Учебно-тематический план

Раздел	Наименование темы	Объём часов			**Формы аттестации/ контроля**
		Всего часов	В том числе		
			Теория	Практика	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Блок 1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Практика на симуляторах.	27	5	22	Теоретические/ практические задания. Тест.
1	Вводная лекция о содержании курса.	1	1	-	

2	Принципы управления и строение беспилотников.	4	1	3	
3	Основы техники безопасности.	1	1	-	
4	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	1	1	-	
5	Практическое занятия с литийполимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение).	3	-	3	
6	Технология пайки. Техника безопасности	1	1	-	
7	Обучение пайке.	7	-	7	
8	Полёты на симуляторе.	9	-	9	
Блок 2	Сборка и настройка беспилотников. Учебные полёты/поездки	45	12	33	Практическое задание. Опрос.
1	Знакомство с приборами управления и управление беспилотником.	3	2	1	
2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Серводвигатели и моторы. Платы разводки питания.	5	4	1	
3	Сборка корпуса БТ.	4	-	4	
4	Пайка ESC, BEC и силовой части.	5	-	5	Практическое задание. Опрос
5	Основы настройки контроллеров с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	6	3	3	
6	Настройки контроллера.	5	2	3	
7	Инструктаж по технике безопасности.	1	1	-	Соревнование дронов, класс 75-85
8	Первые учебные полёты/поездки. Разбор аварийных ситуаций.	8	-	8	
9	Сложные элементы учебных и практических полётов/поездок.	8	-	8	
Блок 3	Настройка, установка FPV- оборудования.	28	7	21	Тестовое задание. Практическая работа в парах.
1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	9	2	7	
2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	9	2	7	
3	Пилотирование с использованием FPVоборудования	10	3	7	
Блок 4	Программирование мультироторных беспилотников.	15	4	11	Тест/опрос.
1	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	10	3	7	

2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	5	1	4	
Блок 5	Работа в группах над инженерным проектом.	28	2	26	Практическое задание в группах. Защита проектов.
1	Принципы создания инженерной проектной работы.	8	2	6	
2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационнная система».	12	-	12	
3	Подготовка презентации собственной проектной работы.	8	-	8	
Итоговая аттестация					
1	Презентация и защита группой собственного проекта.	9	-	4	Защита проектов
	Итого:	152	30	122	

Содержание учебного плана.

Блок 1: Теория мультироторных систем. Основы управления. Практика на симуляторах.

Тема 1.1 Вводная лекция о содержании курса. (1 час)

Теория: Знакомство с целями, структурой и перспективами курса «Беспилотный транспорт». Обзор ключевых разделов программы: от основ аэродинамики и безопасности до сборки, программирования и инженерного проектирования БПЛА. Краткое ознакомление с применяемым оборудованием и форматом итоговой аттестации.

Практика: Демонстрация готовых моделей квадрокоптеров (FPV, DJI), аппаратуры управления, FPV-шлемов и симулятора полетов. Ответы на вопросы обучающихся, обсуждение возможных проектных идей.

Тема 1.2 Принципы управления и строение беспилотников. (4 часа)

Теория: Изучение конструкции мультироторного БПЛА: рама, бесколлекторные двигатели, пропеллеры, ESC, полетный контроллер, аккумулятор. Физические принципы полета: оси вращения (тангаж, крен, рыскание), создание тяги и управляющего момента. Режимы полета (Stabilize, Acro).

Практика: Разборка и сборка рамы квадрокоптера, визуальное изучение и определение назначения основных компонентов. Отработка основных манёвров

(взлет, посадка, движение по осям, простейшая траектория) на авиасимуляторе с целью закрепления теоретических знаний по управлению.

Тема 1.3 Основы техники безопасности. (1 час)

Теория: Изучение основных правил безопасности при работе с паяльным оборудованием, LiPo-аккумуляторами (риски возгорания, перезаряда), а также при проведении полетных испытаний.

Практика: Подписание инструктажа. Отработка действий в нештатных ситуациях (возгорание аккумулятора, потеря управления).

Тема 1.4 Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. (1 час)

Теория: Основные понятия: напряжение, сила тока, сопротивление. Особенности LiPo-аккумуляторов: структура, правила заряда/разряда, балансировка, хранение и транспортировка.

Практика: Определение характеристик АКБ по маркировке. Подбор аккумулятора для конкретной модели дрона.

Тема 1.5 Практическое занятия с литийполимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение). (3 часа)

Теория: Краткое повторение правил эксплуатации. Знакомство с зарядными устройствами: режимы зарядки, балансировки, хранения.

Практика: Работа с зарядным устройством: зарядка, разрядка, балансировка аккумуляторов. Правильное подключение и измерение напряжения на банках. Организация безопасного места для зарядки.

Тема 1.6 Технология пайки. Техника безопасности (1 час)

Теория: Основы технологии пайки: материалы (припой, флюс), температура, время. Техника безопасности при работе с паяльником. Виды соединений.

Практика: Визуальный осмотр паяльного оборудования и материалов. Демонстрация педагогом правильной техники пайки.

Тема 1.7 Обучение пайке. (7 часов)

Теория: Алгоритм пайки: подготовка поверхностей, лужение, создание соединения. Типичные ошибки («холодная пайка»). Пайка силовых проводов и контактов.

Практика: Отработка навыков на учебных платах: пайка проводов, компонентов. Пайка силовых разъемов (XT60), проводов к двигателям и ESC.

Тема 1.8 Полёты на симуляторе. (9 часов)

Теория: Знакомство с интерфейсом и настройками симулятора. Основы ориентации в пространстве. Отличие режимов полета (Acro, Stabilize) на практике.

Практика: Интенсивные тренировки на симуляторе: отработка взлета/посадки, маневров, полетов по трассе, FPV-пилотирования. Разбор аварийных ситуаций в виртуальной среде.

Блок 2: Сборка и настройка беспилотников. Учебные полёты/поездки

Тема 2.1 Знакомство с приборами управления и управление беспилотником. (3 часа)

Теория: Изучение аппаратуры управления: основные каналы, настройки, режимы работы. Назначение тумблеров и переключателей.

Практика: Настройка связи между пультом и приемником. Отработка управления на готовом дроне в безопасном режиме (на привязи или с ограничением мощности).

Тема 2.2 Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Серводвигатели и моторы. Платы разводки питания. (5 часов)

Теория: Глубокое изучение принципов работы бесколлекторных двигателей и ESC. Калибровка ESC. Протоколы обмена данными (DShot).

Практика: Подбор и калибровка двигателей и регуляторов. Проверка работы силовой установки на стенде без пропеллеров.

Тема 2.3 Сборка корпуса БТ. (4 часа)

Теория: Правила механического монтажа компонентов. Виброизоляция полетного контроллера. Рациональная компоновка оборудования на раме.

Практика: Физическая сборка каркаса квадрокоптера: установка двигателей, прокладка проводов, крепление основных компонентов (FC, PDB, RX).

Тема 2.4 Пайка ESC, BEC и силовой части. (5 часов)

Теория: Чтение электрических схем. Правила пайки силовых цепей (толстые провода, большие токи). Назначение BEC (стабилизатора напряжения).

Практика: Практическая реализация силовой части: пайка ESC к PDB, монтаж силовых разъемов, установка конденсаторов для подавления помех.

Тема 2.5 Основы настройки контроллеров с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления (6 часов)

Теория: Знакомство с программой-конфигуратором (Betaflight/INAV). Назначение вкладок: Ports, Configuration, PID Tuning, Modes.

Практика: Подключение полетного контроллера к ПК. Базовая настройка: калибровка гироскопов, настройка режимов полета на переключатели пульта, проверка направления вращения двигателей.

Тема 2.6 Настройки контроллера. (5 часов)

Теория: Теория PID-регулирования (пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор) для стабилизации полета. Фильтры.

Практика: Практическая настройка PID-коэффициентов и фильтров на основе тестовых полетов и анализа логов. Поиск компромисса между стабильностью и отзывчивостью.

Тема 2.7 Инструктаж по технике безопасности. (1 час)

Теория: Правила проведения полетных испытаний. Выбор и оценка места для полетов. Действия при потере связи, видеосигнала, встрече с препятствием.

Практика: Осмотр и подготовка полетной зоны. Разбор кейсов по внештатным ситуациям.

Тема 2.8 Первые учебные полёты/поездки. Разбор аварийных ситуаций. (8 часов)

Теория: Тактика первых полетов: удержание высоты, контроль ориентации, простейшие маневры.

Практика: Проведение учебных полетов под наблюдением педагога. Отработка взлета, посадки, зависания, "восьмерки". Разбор и анализ ошибок.

Тема 2.9 Сложные элементы учебных и практических полётов/поездок. (8 часов)

Теория: Основы выполнения маневров: развороты на 180/360 градусов, пролет через ворота, полет по сложной траектории.

Практика: Отработка сложных маневров и элементов на учебном полигоне. Подготовка к соревновательным заданиям.

<u>Блок 3: Настройка, установка FPV- оборудования.</u>

Тема 3.1 Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. (9 часов)

Теория: Принципы аналоговой и цифровой (DJI, Walksnail) видеотрансляции. Частотные диапазоны, каналы, мощность передатчика (VTX). Антенны: типы, поляризация, усиление.

Практика: Подбор компонентов FPV-системы под задачу. Настройка камеры (угол обзора, цветокоррекция) и видеопередатчика (канал, мощность) через OSD-меню.

Тема 3.2 Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. (9 часов)

Теория: Протоколы радиосвязи (ExpressLRS, Crossfire, TBS). Схемы подключения аналоговой и цифровой камеры, VTX, RX к полетному контроллеру. Питание VTX.

Практика: Монтаж и пайка FPV-оборудования на раму. Правильная установка и экранирование антенн. Настройка телеметрии и OSD (данные о батарее, времени, режиме полета).

Тема 3.3 Пилотирование с использованием FPV оборудования. (22 часа)

Теория: Психологические аспекты FPV-полета: пространственная

ориентация, "эффект присутствия". Тактика прохождения трасс, разметка гоночных ворот.

Практика: Интенсивные тренировки в FPV-режиме на симуляторе и на реальном дроне. Отработка полетов на скорость, маневрирование в ограниченном пространстве, полеты по гоночной трассе.

Блок 4: Программирование мультироторных беспилотников.

Тема 4.1 Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров. (20 часов)

Теория: Архитектура микроконтроллера (на примере Arduino). Основы языка C++: переменные, функции, циклы, условия. Цифровые и аналоговые сигналы. ШИМ (Широтно-Импульсная Модуляция).

Практика: Сборка простейших схем на макетной плате (светодиод, кнопка, потенциометр). Написание и загрузка скетчей в Arduino: мигающий светодиод, управление сервоприводом, чтение данных с датчика.

Тема 4.2 Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров». (33 часа)

Теория: Подключение и работа с датчиками (гироскоп/акселерометр, ультразвуковой дальномер, барометр). Принципы автономного полета. Алгоритмы стабилизации и следования по маршруту.

Практика: Реализация автономных алгоритмов на стенде/тренажере: удержание высоты по барометру, предотвращение столкновений по данным дальномера, выполнение простого полетного задания (взлет-полет по точкам-посадка).

Блок 5: Работа в группах над инженерным проектом.

Тема 5.1 Принципы создания инженерной проектной работы. (8 часов)

Теория: Этапы проектирования: от идеи до реализации. Постановка задачи, проектирование, сборка, программирование, тестирование, презентация. Основы тайм-менеджмента в проекте.

Практика: Мозговой штурм и выбор темы проекта. Формирование технического задания. Разработка календарного плана и распределение ролей в команде.

Тема 5.2 Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». (12 часов)

Теория: Методы коллективного решения технических проблем. Итерационный подход: сборка -> тест -> доработка.

Практика: Командная работа над проектом "Беспилотная авиационная система": сборка и пайка дрона, установка специализированного оборудования (манипулятор, сбрасывающий механизм), написание и отладка программного

кода для автономного выполнения миссии.

Тема 5.3 Подготовка презентации собственной проектной работы. (8 часов)

Теория: Структура и правила эффективной презентации. Публичные выступления: как рассказать о техническом проекте ясно и убедительно.

Практика: Создание слайдовой презентации и демонстрационного видеоролика о проекте. Отработка выступления и подготовка к ответам на вопросы.

Итоговая аттестация

Презентация и защита группой собственного проекта. (4 часа)

Практика: Публичная защита проекта перед комиссией/другими группами. Демонстрация работоспособности беспилотной системы. Ответы на вопросы по конструкции, программированию и применению проекта. Коллективное обсуждение результатов.

Планируемые результаты.

Требования к знаниям и умениям, которые должен приобрести обучающийся в процессе занятий по программе.

В результате проведенных занятий обучающийся должен знать:

- Основы аэродинамики и физические принципы полета мультироторных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).
- Устройство, назначение и принципы работы основных компонентов БПЛА: рама, бесколлекторные двигатели, регуляторы хода (ESC), полетный контроллер (FC), приемник (RX), литий-полимерные (LiPo) аккумуляторы.
- Основы электротехники и схемотехники, необходимые для сборки и понимания работы электронных систем дрона.
- Правила безопасности при работе с паяльным оборудованием, LiPo-аккумуляторами и при проведении полетных испытаний.
- Основы программирования микроконтроллеров (на примере Arduino) для создания простых алгоритмов управления.
- Принципы работы и компоненты FPV-оборудования (камера, видеопередатчик, антенны).

В результате проведенных занятий обучающийся должен уметь:

- Читать электрические схемы и производить монтаж компонентов БПЛА на раму.
- Выполнять пайку силовых и сигнальных цепей (моторы, ESC, разъемы).
- Правильно и безопасно заряжать, разряжать, балансировать и хранить LiPo-аккумуляторы.
- Настраивать аппаратуру управления и связывать ее с приемником.
- Подключать полетный контроллер к компьютеру и производить его базовую настройку с использованием специализированного ПО (Betaflight/INAV).
- Настраивать и интегрировать FPV-оборудование, выводить телеметрию в OSD.
- Уверенно пилотировать БПЛА в виртуальной среде (симуляторе) и на реальном дроне, выполняя основные маневры.
- Писать и загружать простые программы (скетчи) для платформы Arduino.
- Работать в команде: планировать этапы проекта, распределять задачи, совместно решать технические проблемы.
- Презентовать и защищать результаты своей проектной работы.

Ожидаемые результаты и способы определения их результативности:

- Ожидаемый результат: Создание функционирующего прототипа беспилотной авиационной системы и успешная защита группового проекта.
- Способы определения результативности:
    - Текущий контроль: Наблюдение педагога, устные опросы, выполнение практических заданий на каждом занятии (например, пайка соединения, настройка режима полета).
    - Промежуточный контроль: Тестовые задания, зачетные полетные задания на симуляторе и в реальных условиях, защита отдельных этапов проекта.
    - Итоговый контроль: Публичная защита итогового инженерного проекта с демонстрацией работоспособности дрона и презентацией его возможностей.

Компетенции и личностные качества, которые могут быть сформированы и развиты у воспитанников в результате занятий по программе:

- Техническое мышление и аналитические способности: Умение анализировать устройство сложных систем, выявлять причинно-следственные связи при неисправностях, находить нестандартные технические решения.
- Проектное мышление: Способность видеть проект от идеи до конечного результата, планировать этапы работы, распределять ресурсы (время, материалы).
- Коммуникативная компетентность: Умение четко формулировать мысли, аргументировать свою точку зрения, эффективно работать в команде, договариваться и приходить к общему решению.
- Критическое мышление и рефлексия: Способность анализировать собственные ошибки (в пайке, настройке, пилотировании), делать выводы и вносить корректировки в свою деятельность.
- Целеустремленность и настойчивость: Умение концентрироваться на задаче, не бросать начатое при возникновении трудностей, доводить проект до конца.
- Ответственность и дисциплина: Ответственное отношение к соблюдению техники безопасности, к оборудованию, к своим обязанностям в команде.
- Самостоятельность: Умение работать с инструкциями и технической документацией, самостоятельно искать информацию для решения возникших проблем.

Личностные, метапредметные и предметные результаты, которые приобретут воспитанники по итогам освоения программы

К личностным результатам относятся:

- Формирование ответственного отношения к соблюдению правил техники безопасности.
- Развитие таких качеств, как аккуратность, внимательность, целеустремленность.
- Воспитание уважительного отношения к труду, к мнению товарищей по команде.
- Формирование способности к самооценке на основе критериев успешности учебной и проектной деятельности.

К метапредметным результатам относятся:

- Познавательные УУД:
  - Умение самостоятельно определять цели обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи.
  - Развитие навыков смыслового чтения технической документации и схем.
  - Формирование умения структурировать знания, выбирать наиболее эффективные способы решения технических задач.
- Регулятивные УУД:
  - Умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные.
  - Владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности.
- Коммуникативные УУД:
  - Умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с педагогом и сверстниками.
  - Формирование умения работать в группе, находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов.
  - Развитие навыков публичного выступления и защиты своих идей.

К предметным результатам относятся:

- Сформированность целостного представления о принципах устройства и работы беспилотных транспортных систем.
- Приобретение навыков сборки, настройки, программирования и пилотирования мультироторных БПЛА.
- Владение основными технологическими операциями (пайка, монтаж) при создании электронных устройств.
- Умение применять полученные знания по основам аэродинамики, электротехники и программирования для решения практических задач в проектной деятельности.
- Способность реализовать собственный инженерный замысел в виде работоспособного технического проекта.

Календарный учебный график

№ п/п	Основные характеристики образовательного процесса	
1	Количество учебных недель	38
2	Количество учебных дней	76
3	Количество часов в неделю	4
4	Количество часов	456
5	Недель в I полугодии	19
6	Недель во II полугодии	19
7	Начало занятий	1 сентября
8	Каникулы	-
9	Выходные дни	31 декабря – 11 января
10	Окончание учебного года	30 мая

Методическое обеспечение программы

Методы организации учебного процесса

Словесные методы (беседа, анализ) являются необходимой составляющей учебного процесса. В начале занятия происходит постановка задачи, которая производится, как правило самими детьми, в сократической беседе. В процессе – анализ полученных результатов и принятие решений о более эффективных методах и усовершенствованиях конструкции, алгоритма, а, может, и самой постановки задачи. Однако наиболее эффективными для ребенка, несомненно, являются наглядные и практические методы, в которых учитель не просто демонстрирует процесс или явление, но и помогает учащемуся самостоятельно воспроизвести его. Использование такого гибкого инструмента, как конструктор с программируемым контроллером, позволяет быстро и эффективно решить эту задачу.

Способы проверки прогнозируемых результатов

Мониторинг успеваемости и промежуточная аттестация воспитанников, мониторинг уровня освоения дополнительной общеобразовательной программы (дополнительной общеразвивающей программы) воспитанниками творческого объединения.

Виды аттестации: входной контроль, текущая, промежуточная и итоговая. Входной контроль (предварительная аттестация) – это оценка исходного уровня знаний воспитанников перед началом образовательного процесса. Проводится в период с 1 по 15 сентября. Текущая аттестация – это оценка качества усвоения

воспитанниками содержания конкретной образовательной программы в период обучения после начальной аттестации до промежуточной (итоговой) аттестации.

Оценка качества усвоения обучающимися содержания конкретной образовательной программы по итогам учебного периода (этапа, года обучения) - проводится в период с 20 по 30 декабря и с 20 по 30 мая.

Итоговая аттестация проводится в период с 20 по 30 мая. Программа итоговой аттестации (при любой форме проведения и в любой направленности) должна содержать методику проверки теоретических знаний воспитанников и их практических умений и навыков. Содержание программы итоговой аттестации определяется самим педагогом на основании содержания образовательной программы и в соответствии с ее прогнозируемыми результатами.

Материально-технические условия реализации программы

Кабинет, соответствующий санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям, оборудованный, столами, стульями, общим освещением, Ноутбук 8 шт. или персональные компьютеры с процессором не ниже 2,0 Ггц и 512 Мб оперативной памяти, компьютерными программами: операционная система Windows, паяльные станции, проектор, квадрокоптеры для сборки и готовые комплекты, аппаратура управления, FPV шлем.

Формы аттестации.

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов:

- диагностика, проводимая по окончанию каждого занятия, усвоенных детьми умений и навыков, правильности выполнения учебного задания (справился или не справился);
- фото и видео;
- журнал посещаемости;
- выполненная работа.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов:

- готовая работа;
- диагностическая карта;
- соревнования, конкурсы;
- открытое занятие;
- проекты.

Условия реализации программы
Материально – техническое обеспечение программы:

- Учебный класс;
- Компьютер преподавателя;
- Ноутбуки или ПК (10 шт.);
- Паяльное оборудование (10 шт.);
- Квадрокоптер типа FPV (12 шт.);
- Квадрокоптер DJI (3 шт.);
- Зарядная станция (6 шт.);
- Шлем FPV (8 шт.);
- Запчасти и комплектующие для сборки и ремонта;
- Аппаратура управления (10 шт.);
- Программаторы для микроконтроллеров (2 шт.);
- Наборы для сборки (Arduino (2 шт.);
- Лицензионное ПО для проектирования и моделирования;
- Программы для настройки БПЛА (Betaflight, INAV);
- Симуляторы полетов (Liftoff, Velocidrone);
- Среда разработки Arduino IDE;
- Офисные пакеты для подготовки презентаций;
- Литий-полимерные аккумуляторы различных емкостей;
- Пропеллеры разных размеров и конфигураций;
- Провода, разъемы, коннекторы;
- Крепежные элементы и инструменты;
- Материалы для прототипирования (3D-принтер и филамент);
- Наглядные пособия и плакаты;
- Инструкции по сборке и настройке;
- Методические разработки занятий;
- Библиотека специализированной литературы;
- Образцы проектных работ учащихся;
- Стул ученический (10 шт.);
- Стол ученический (5 шт.);
- Стол компьютерный (1 шт.);
- Кресло компьютерное (1 шт.).

Кадровое обеспечение: педагог дополнительного образования. Педагогический стаж не менее 3 лет.

Методическое обеспечение:

№ п/п	Название раздела, тема	Материально-техническое оснащение, дидактические материалы	Формы, методы, приемы обучения, педагоги-ческие технологии	Формы, учебные занятия
1-2	Вводная лекция о содержании курса.	Методическое пособие: «Правила ТБ» Ноутбуки.	Беседа	Работа в группах
3-6	Принципы управления и строение беспилотников.	Ноутбуки. Раздаточный материал, дроны	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
7-8	Основы техники безопасности.	Методическое пособие	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
9-10	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	Ноутбуки. АКБ, зарядные станции	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
11-13	Практическое занятия с литийполимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балан сировка/хранение).	Зарядные станции, балансировочны е кабеля, АКБ	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
14-15	Технология пайки. Техника безопасности	Паяльные станции, паяльное оборудования. Расходный материал	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
16-22	Обучение пайке.	Паяльное оборудование, Расходный материал	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
23-31	Полёты на симуляторе.	Ноутбуки. Аппаратура управления, FPV шлем	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
32-34	Знакомство с приборами	Ноутбуки.	Беседа/	Работа в

	управления и управление беспилотником.	Дроны, раздаточный материал	практика	группах/индиви дуальная работа
35-39	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Серводвигатели и моторы. Платы разводки питания.	Ноутбуки. Расходный материал, комплектующие	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
40-43	Сборка корпуса БТ.	Ноутбуки. Сборочные комплкты	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
44-48	Пайка ESC, BEC и силовой части.	Паяльное оборудование, Расходный материал	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
49-54	Основы настройки контроллеров с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	Ноутбуки. ПО, аппаратуры управления	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
55-59	Настройки контроллера.	Сборочные комплекты дронов, ноутбуки.	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
60-61	Инструктаж по технике безопасности.	Методическое пособие	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
62-69	Первые учебные полёты/поездки. Разбор аварийных ситуаций.	Дроны, аппаратуры управления, FPV оборудование	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
70-77	Сложные элементы учебных и практических полётов/поездок.	Флагштоки, дроны, оборудование	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
78-86	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	VTX, ноутбуки, комплекты для сборки, паяльное оборудование.	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
87-95	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	ELRS приемники, ноутбуки, паяльное оборудование,	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа

		контролеры, сборочные комплекты		
96-105	Пилотирование с использованием FPVоборудования	Флагштоки, дроны, оборудование	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
106-115	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	Контроллеры полета, регуляторы оборотов и др электроника	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
116-120	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	Ноутбуки, комплекты для сборки	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
121-128	Принципы создания инженерной проектной работы.	Сборочные комплекты, ноутбуки	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
129-140	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационнная система».	Сборочные комплекты, дроны	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
141-148	Подготовка презентации собственной проектной работы.	Ноутбуки, комплекты дронов	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа
149-152	Презентация и защита группой собственного проекта.	Дроны, ноутбуки. Комплектующие.	Беседа/ практика	Работа в группах/индиви дуальная работа

Психолого-педагогические условия реализации программы:

Для успешной реализации дополнительной общеразвивающей программы должны быть обеспечены следующие психолого-педагогические условия:

- Уважение взрослых к человеческому достоинству детей, формирование и поддержка их положительной самооценки, уверенности в собственных возможностях и способностях;
- Использование в образовательной деятельности форм и методов работы с детьми, соответствующих их возрастным и индивидуальным особенностям (недопустимость как искусственного ускорения, так и искусственного замедления развития детей);
- Построение образовательной деятельности на основе взаимодействия взрослых с детьми, ориентированного на интересы и возможности каждого ребенка и учитывающего социальную ситуацию его развития;

- Поддержка взрослыми положительного, доброжелательного отношения детей друг к другу и взаимодействия детей друг с другом в разных видах деятельности;
- Поддержка инициативы и самостоятельности детей в специфических для них видах деятельности;
- Возможность выбора детьми материалов, видов активности, участников совместной деятельности и общения;
- Поддержка родителей (законных представителей) в воспитании детей, охране и укреплении их здоровья, вовлечение семей непосредственно образовательную деятельность.

Оценочные материалы.

Диагностика

Мониторинг освоения воспитанниками Программы проводится руководителем, 2 раза в год (в середине и в конце учебного года) и определяется с помощью устного опроса, тестирования, наблюдения. Тестирование в совокупности с наблюдением педагога за воспитанниками оценивается по трем уровням: высокий уровень (В), средний уровень (С), низкий уровень (Н). в конце каждого учебного года можно проследить динамику усвоения и успеваемости каждого воспитанника.

Уровни развития:

-*Навыки настройки и подготовки программы.*

Высокий: может самостоятельно, быстро и без ошибок выбрать необходимые настройки.

Средний: может самостоятельно, но медленно, без ошибок выбрать необходимую настройку, присутствуют неточности.

Низкий: не может без помощи воспитателя выбрать необходимую настройку.

-*Умение правильно моделировать по замыслу*

Высокий: ребенок самостоятельно создает развернутые замыслы конструкции, может рассказать о своем замысле, описать ожидаемый результат.

Средний: способы конструктивного решения находит в результате практических поисков. Может создать условную символическую конструкцию, но затрудняется в объяснении ее особенностей.

Низкий: неустойчивость замысла – ребенок начинает создавать один объект, а получается совсем иной и довольствуется этим. Объяснить способ построения ребенок не может.

- *Умение моделировать по образцу и по схеме:*

Высокий: может самостоятельно, быстро и без ошибок моделировать по образцу.

Средний: может самостоятельно, исправляя ошибки, в среднем темпе моделировать по образцу, иногда с помощью педагога

Низкий: не видит ошибок при моделировании по образцу, может проектировать только под контролем педагога.

- *Умение моделировать по пошаговой схеме:*

Высокий: может самостоятельно, быстро и без ошибок моделировать по пошаговой схеме.

Средний: может моделировать по пошаговой схеме в медленном темпе исправляя ошибки под руководством педагога.

Низкий: не может понять последовательность действий при моделировании по пошаговой схеме, может моделировать по схеме только под контролем педагога.

Формы организации образовательного процесса:

индивидуально-групповая и групповая.

Формы организации учебного занятия:

- беседа (получение нового материала);
- самостоятельная деятельность (дети выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или одного-двух занятий);
- познавательная игра;
- просмотр видео материалов, презентаций;
- задание по образцу (с использованием инструкции), по чертежам и схемам, условиям, замыслу;
- самостоятельная деятельность (дети выполняют индивидуальные задания в течение одного-двух занятий);
- викторины;
- разработка творческих проектов и их презентация;
- соревнование (практическое участие детей в разнообразных мероприятиях по техническому конструированию);
- творческое моделирование;
- выставка работ.

Форма организации образовательной деятельности может варьироваться педагогом и выбирается с учетом той или иной темы.

Педагогические технологии:
- технология индивидуализации обучения;
- технология группового обучения;
- технология коллективного взаимообучения;
- технология модульного обучения;
- технология дифференцированного обучения;
- технология разно уровневого обучения;
- технология развивающего обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология проектной деятельности;
- технология игровой деятельности;
- коммуникативная технология обучения;
- технология коллективной творческой деятельности;
- здоровье сберегающая технология.

Алгоритм учебного занятия:

Блоки	**Этапы**	**Этап учебного занятия**	**Задачи этапа**	**Содержание деятельности**
Подготовительный	1	Организационный	Подготовка детей к работе на занятии	Организация начала занятия, создание психологического настроя на учебную деятельность и активизация внимания
	2	Проверочный	Установление правильности и осознанности выполнения домашнего задания (если таковое было), выявление пробелов и их коррекция	Проверка домашнего задания (творческого, практического), проверка усвоения знаний предыдущего занятия
Основной	3	Подготовительный (подготовка к новому содержанию)	Обеспечение мотивации и принятие детьми цели учебно-познавательной деятельности	Сообщение темы, цели учебного занятия и мотивация учебной деятельности детей (например, эвристический вопрос, познавательная задача, проблемное задание детям)
	4	Усвоение новых знаний и способов действий	Обеспечение восприятия, осмысления и первичного запоминания связей и отношений в объекте изучения	Использование заданий и вопросов, которые активизируют познавательную деятельность детей

	5	Первичная проверка понимания изученного	Установление правильности и осознанности усвоения нового учебного материала, выявление ошибочных или спорных представлений и их коррекция	Применение пробных практических заданий, которые сочетаются с объяснением соответствующих правил или обоснованием
	6	Закрепление новых знаний, способов действий и их применение	Обеспечение усвоения новых знаний, способов действий и их применения	Применение тренировочных упражнений, заданий, которые выполняются самостоятельно детьми
	7	Обобщение и систематизация знаний	Формирование целостного представления знаний по теме	Использование бесед и практических заданий
	8	Контрольный	Выявление качества и уровня овладения знаниями, самоконтроль и коррекция знаний и способов действий	Использование тестовых заданий, устного (письменного) опроса, а также заданий различного уровня сложности (репродуктивного, творческого, поисково-исследовательского)
Итоговый	9	Итоговый	Анализ и оценка успешности достижения	Педагог совместно с детьми подводит итог занятия

			цели, определение перспективы последующей работы	
	10	Рефлексивный	Мобилизация детей на самооценку	Самооценка детьми своей работоспособности, психологического состояния, причин некачественной работы, результативности работы, содержания и полезности учебной работы
	11	Информационный	Обеспечение понимания цели, содержания домашнего задания, логики дальнейшего занятия	Информация о содержании и конечном результате домашнего задания, инструктаж по выполнению, определение места и роли данного задания в системе последующих занятий

Список используемой литературы

Литература для педагога:

1. Бейктал Дж. "Проектирование дронов: от сборки до программирования". М.: Вильямс, 2023
2. Белинская Ю.С. "Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета". М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023
3. Beard R.W. "Quadrotor Dynamics and Control". Brigham Young University, 2008
4. Гурьянов А.Е. "Моделирование управления квадрокоптером". М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022
5. Ефимов Е.А. "Программирование квадрокоптеров на Arduino и Raspberry Pi". СПб.: БХВ, 2024
6. Канатников А.Н., Крищенко А.П. "Динамика беспилотных летательных аппаратов". М.: МГТУ, 2023
7. Колесников К.С. "Механика в техническом университете. Курс теоретической механики". М.: МГТУ, 2022
8. Luukkonen T. "Modelling and Control of Quadcopter". School of Science, Espoo, 2011
9. Мартынов А.К. "Экспериментальная аэродинамика". М.: Техносфера, 2021
10. Петров В.К. "Безопасность эксплуатации БПЛА: нормативы и практика". М.: Техносфера, 2024
11. Семенов А.В. "Литий-полимерные аккумуляторы: эксплуатация и безопасность". М.: Энергоатомиздат, 2023
12. Яценков В.С. "Современные беспилотные летательные аппараты: проектирование и программирование". М.: ДМК Пресс, 2024

Литература для обучающихся (родителей):

1. Астрахова Н.Л. "Дроны: первые шаги в мире беспилотников". М.: Техносфера, 2024
2. Бейктал Дж. "Дроны для школьников: практическое руководство". М.: Вильямс, 2023
3. "Беспилотные летательные аппараты: правила использования" (памятка для пользователей). М.: Росавиация, 2024
4. Громов А.С. "Arduino для начинающих: создаем умные устройства". СПб.: Наука и техника, 2024
5. Иванов С.П. "Безопасность полетов дронов: правила для начинающих". М.: Транспорт, 2024

6. Роджерс Э. "Программирование дронов на Python для детей". М.: Бомбора, 2024

7. Яценков В.С. "Твой первый квадрокоптер: от выбора до первых полетов". М.: ДМК Пресс, 2024

Интернет-ресурсы:

1. https://ardupilot.org - Документация и руководства по ArduPilot
2. https://batteryuniversity.com - Ресурс по обслуживанию аккумуляторов
3. https://betaflight.com - Настройка полетных контроллеров
4. https://caa.gov.ru - Федеральное агентство воздушного транспорта
5. https://copter.ardupilot.org - Руководство по сборке коптеров
6. https://diydrones.com - Международное сообщество разработчиков
7. https://edu.gov.ru - Официальный сайт Министерства просвещения РФ
8. https://fasie.ru - Фонд содействия инновациям (конкурсы по БПЛА)
9. https://fpv-community.ru - Российское FPV-сообщество
10. https://github.com/ardupilot - Открытые проекты и исходный код
11. https://infourok.ru - Образовательный портал с материалами по БПЛА
12. https://oscarliang.com - Практические руководства по FPV
13. https://rcdesign.ru - Российский форум по авиамоделированию
14. https://rosolymp.ru - Всероссийская олимпиада школьников
15. https://velocidrone.com - Профессиональный симулятор полетов
16. https://www.arduino.cc - Платформа для программирования

Приложение

Система оценочных материалов

Текущий контроль (Осуществляется в процессе занятий)

№ разделов	Тема	Оценочные материалы (форматы)
1-2	Вводная лекция	**Анкета «Стартовый контроль»:** Вопросы на начальные знания (Что такое БПЛА? Где применяются?) и мотивацию (Какой проект хочешь сделать?).
3-6	Принципы управления и строение	**Карточки-задания:** Сопоставить название части дрона с ее функцией. **Мини-опрос:** Устные вопросы по терминам (рама, полетный контроллер, пропеллер).
7-8, 60-61	Техника безопасности	**Тест-билеты по ТБ (5-7 вопросов):** Правила обращения с паяльником, АКБ, на полигоне. Сдача зачета обязательно для допуска к практике.
9-13	Основы электричества. АКБ.	**Практическая задача:** Рассчитать время полета по емкости АКБ и потреблению мотора. **Чек-лист:** Правильность выполнения балансировки и зарядки АКБ.
14-22	Технология пайки	**Экспертная оценка качества пайки:** Чек-лист с критериями (аккуратность, надежность, отсутствие «холодных» паек). Сборка тестового «паяльного паука».
23-31	Полёты на симуляторе	**Нормативы на симуляторе:** Зачетные упражнения (взлет/посадка, удержание в зоне, «восьмерка»). Фиксация лучшего времени прохождения трассы.
32-34, 62-69	Управление беспилотником	**Чек-лист выполнения базовых маневров:** взлет, зависание, посадка, полет по квадрату. **Анализ видеозаписи полетов** для разбора ошибок.

№ разделов	Тема	Оценочные материалы (форматы)
35-39, 44-48	Двигатели, регуляторы, пайка силовой части	**Практическая работа «Сборка силовой схемы»:** Проверка мультиметром, подача питания, оценка монтажа.
40-43	Сборка корпуса	**Экспертная оценка сборки:** Чек-лист (геометрия рамы, надежность креплений, отсутствие перетяжек).
49-59	Настройка контроллеров и аппаратуры	**Практическое задание:** Настроить один из режимов полета (например, «Acro» или «Horizon») в программе Betaflight/INAV.
70-77, 96-105	Сложные элементы полётов, FPV	**Соревновательные упражнения:** Прохождение трассы с воротцами на время/точность. Оценка по критериям «чистота» и «скорость».
78-95	Видеотрансляция, установка оборудования	**Практическая задача:** Настроить и продемонстрировать работу VTX (видеопередатчика) на заданной частоте.
106-120	Основы микроэлектроники и программирования	**Лабораторная работа:** Написать и загрузить простой скетч (мигание светодиодом, управление серво). **Тест по основам языка C++.**

Рубежный контроль (Проверка усвоения крупных модулей)

Название модуля	Оценочные материалы (форматы)
Модуль 1: «Основы безопасности и конструирования» (темы 1-22, 35-48)	**Комплексный тест (20-25 вопросов):** ТБ, аэродинамика, электроника, компоненты БПЛА. **Практический зачет:** Пайка силового разъема XT60 и мотора к ESC.
Модуль 2: «Пилотирование и настройка» (темы 23-34, 49-105)	**Зачетный полет на симуляторе:** Фиксация результата по комплексному нормативу. **Практическая работа:** Полная настройка дрона «с нуля» в программе-конфигураторе.
Модуль 3: «Программирование и системы» (темы 106-120)	**Контрольная работа:** Решение задач по программированию (логические условия, циклы). **Защита мини-проекта:** Программирование автономного режима (например, «взлететь на 5 метров»).

Итоговый контроль (Защита инженерного проекта)

Это основная и самая весомая форма оценки, которая проходит на заключительных занятиях (темы 121-152).

Оценочный лист защиты итогового проекта «Беспилотная авиационная система»

Критерий оценки	Показатели (что проверяется)	Баллы (1-5)
1. Техническое исполнение и функциональность	- Дрон собран аккуратно и надежно. - Все системы работают штатно (двигатели, управление, видео). - Дрон выполняет заявленную функцию (полет, прохождение трассы).	

Критерий оценки	Показатели (что проверяется)	Баллы (1-5)
2. Документация к проекту	- Наличие и качество Технического Задания (цель, задачи, требования). - Наличие схем, чертежей или 3D-моделей. - Описание использованных компонентов и их обоснование.	
3. Презентация и защита	- Логичность, ясность и структурированность выступления (5-7 мин). - Умение выделить главное, качество слайдов. - Глубина понимания темы (объяснение принципов работы своего дрона).	
4. Ответы на вопросы	- Аргументированность и техническая грамотность ответов. - Умение анализировать возникшие в процессе проблемы и пути их решения.	
5. Инновационность и творческий подход	- Наличие оригинальных решений в конструкции, программе или применении. - Сложность реализованной задачи.	
6. Работа в команде (для группы)	- Четкость распределения ролей. - Слаженность и взаимопомощь в процессе работы и на защите.	
Итого:		

Шкала итоговой оценки:

- **«Отлично»:** 26-30 баллов (проект полностью функционален, защита блестящая).
- **«Хорошо»:** 20-25 баллов (проект работает, но есть небольшие недочеты).
- **«Удовлетворительно»:** 15-19 баллов (проект реализован минимально, основные функции работают).
- **«Не зачтено»:** менее 15 баллов.