

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 4
городского поселения «Рабочий поселок Ванино»
Ванинского муниципального района Хабаровского края

Рассмотрено
на заседании педсовета
Протокол № 1
от «30» августа 2024 г.

Утвержден приказом
директора МБОУ СОШ №4 п. Ванино
/М.Н.Селиверстова/
№ 190/1
от «30» августа 2024 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа
«Беспилотные летательные аппараты»

Направленность: техническая
Уровень усвоения: стартовый
Возраст учащихся: 12 – 18 лет
Срок реализации: 1 год

Разработчик – Зацепин А.В.,
педагог доп. образования

п. Ванино

Пояснительная записка

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральный Закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
- 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».
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 32.03.2022 г. № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года».
- Распоряжения Министерства образования и науки Хабаровского края от 26.09.2019 г. № 1321 об утверждении методических рекомендаций «Правила персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в городском округе, муниципальном районе Хабаровского края»;
- Приказа КГАОУ ДО РМЦ от 26.09.2019 г. № 383П «Положение о дополнительной общеобразовательной программе, реализуемой в Хабаровском крае»;
- Устав МБОУ СОШ № 4 п. Ванино.

Направленность программы – техническая, направление - конструирование, моделирование.

Преподается на русском языке.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

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

Актуальность программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

Педагогическая целесообразность

Образовательная программа позволяет не только обучить детей начальному умению моделировать и конструировать БПЛА, но и научит обучающихся начальному планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В сентябре 2014 года состоялась Военно-промышленная конференция «Перспективы развития роботизированных комплексов и комплексов с беспилотными летательными аппаратами». В рамках конференции Председатель Правительства Российской Федерации Д.А. Медведев провел совещание руководителей промышленных и силовых министерств и ведомств по вопросам развития технологий военной робототехники. Следствием этого стала разработка первой комплексной программы по развитию отрасли беспилотных летательных аппаратов. Упор в программе сделан на создании отечественных технологий, материалов и комплектующих. Отдельно выделены групповые технологические процессы,

общие для всех типов БПЛА. В частности, речь идет о создании новых высокопрочных композиционных материалов для планеров с высокими аэродинамическими характеристиками, малым удельным весом и малой заметностью во всем диапазоне длин электромагнитных волн. Все это потребует тысяч инженеров способных проектировать принципиально новые летательные аппараты, специалистов способных грамотно управлять самой передовой техникой.

В Хабаровском крае реализуется государственная программа «Инновационное развитие и модернизация экономики Хабаровского края». Без подготовки молодых кадров будет невозможно реализовать задачи этой программы. А подготовка кадров начинается с ранней профориентации школьников.

Адресат программы. Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся основной школы: с 12 до 18 лет.

Наполняемость групп: 6-10 человек.

Предполагаемый состав групп: группа формируется в зависимости от начальных знаний и возраста детей.

Срок реализации программы и режим занятий: программа рассчитана на 1 год обучения 136 часов.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Цель освоения программы. Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills¹ по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БПЛА (беспилотных авиационных систем).

Задачи программы.

Предметные:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся навыки конструирования и проектирования БАС;

Метапредметные:

- развить навыки научно-исследовательской, инженерноконструкторской и проектной деятельности;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений;
- расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение.

Личностные:

- воспитывать трудолюбие;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебный план

№ п/п	Разделы. Наименование темы	Объем часов		Форма контроля
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика

¹ «soft-skills» – теоретические знания и когнитивных приемы, «hard-skills» – умения «работать руками».

1	2	3	4	5	6
	Введение. Техника безопасности при работе в учебном кабинете	2	2	0	Фронтальный опрос.
1	Введение в инженерное проектирование.	24	10	14	
1.1	Вводная лекция о содержании курса.	2	2	0	
1.2	Принципы создания инженерной проектной работы.	4	2	2	Самостоятельная работа
1.3	Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	2	2	0	Подготовка групповых инженерных проектов
1.4	Основы работы с лазерными станками.	4	2	2	Фронтальный опрос.
1.5	Autodesk Inventor. Обучение основам работы в программе.	4	0	4	Самостоятельная работа
1.6	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотный летательный аппарат». Моделирование беспилотного летательного аппарата.	4	0	4	Самостоятельная работа
1.7	Подготовка презентации и защита собственной проектной работы.	4	2	2	Защита проекта.
2	Планирование проекта. Создание аэро модели.	10	2	8	
2.1	Планирование проекта.	2	0	2	Самостоятельная работа
2.2	Постройка модели.	6	2	4	Самостоятельная работа
2.3	Защита проекта.	2	0	2	Защита проекта.
3	Теория мультироторных систем. Основы управления. Обучение техники пилотирования в симуляторе.	16	6	10	
3.1	Принципы управления и строение мультикоптеров.	2	2	0	Фронтальный опрос.
3.2	Основы техники безопасности полётов.	2	2	0	Фронтальный опрос.

3.3	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	2	2	0	Фронтальный опрос.
3.4	Практическое занятие с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение).	2	0	2	Практическая работа с зарядными устройствами.
3.5	Полёты в симуляторе.	6	0	6	Фронтальный опрос.
3.6	Проведение соревнований.	2	0	2	Конкурс внутри объединения
4	Электроника, применяемая в квадрокоптерах. Моторы. Электронные регуляторы скорости. Система радиуправления.	8	6	2	
4.1	Электроника применяемая в квадрокоптерах.	2	2	0	Фронтальный опрос.
4.2	Моторы. Электронные регуляторы скорости. Плата разводки питания (БЭК).	2	2	0	
4.3	Система радиуправления.	4	2	2	Фронтальный опрос.
5	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	22	2	20	
5.1	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	2	0	Сборка и настройка квадрокоптера
5.2	Сборка рамы квадрокоптера.	4	0	4	Практическая работа
5.3	Пайка ESC, BEC и силовой части.	2	0	2	Практическая работа
5.4	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Инструктаж по технике безопасности полетов.	2	0	2	Практическая работа
5.5	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.	4	0	4	Учебные полёты

5.6	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	4	0	4	Учебные полёты
5.7	Планирование трассы для соревнований. Проведение соревнований.	4	0	4	Соревнования
6	Планирование проекта. Создание аэро модели.	14	2	12	
6.1	Планирование проекта.	2	0	2	Самостоятельная работа
6.2	Постройка модели.	8	2	6	Самостоятельная работа
6.3	Защита проекта.	4	0	4	Защита проекта.
7	Настройка, установка FPV – оборудования.	14	6	8	
7.1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	2	0	Фронтальный опрос.
7.2	Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования.	6	2	4	Установка видеоборудования.
7.3	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	6	2	4	Полёты «от первого лица»
8	Изучение основ работы микроконтроллеров Arduino.	26	6	20	
8.1	Введение в программирование.	8	2	6	Фронтальный опрос.
8.2	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров.	8	2	6	Фронтальный опрос.
8.3	Планирование и работа над проектом электронного устройства на основе Arduino.	8	2	6	Самостоятельная работа

8. 4	Защита проекта.	2	0	2	Защита проекта.
	Итого:	136	42	94	

Содержание программы

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	2	3
1	<p>Введение в инженерное проектирование.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вводная лекция о содержании курса. 2. Принципы создания инженерной проектной работы. 3. Основы 3D-печати и 3D-моделирования. 4. Основы работы с лазерными станками. 5. Autodesk Inventor. Обучение основам работы в программе. 6. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотный летательный аппарат». Моделирование беспилотного летательного аппарата. 7. Подготовка презентации собственной проектной работы. 	<p>Введение в проектирование. Знакомство с принципами построения чертежей, эскизов, планов. Знакомство с 3D печатью. Практические работы по проектированию и 3D печати. Знакомство с программой Autodesk Inventor:</p> <p>РАБОТА С ЭСКИЗАМИ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Построение эскизов • Наложение взаимосвязей на эскизы • Построение адаптивных эскизов <p>СОЗДАНИЕ ДЕТАЛЕЙ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Создание деталей выдавливанием • Создание деталей вращением • Создание деталей вытягиванием • Создание деталей по сечениям • Создание сложных поверхностей • Создание дополнительных элементов <p>• Создание нескольких исполнений одной детали</p> <p>КОНСТРУИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Создание сборки, зеркальные компоненты, массивы и др. • Использование генераторов построения • Выполнение проверок в контексте сборок • Создание исполнений для изделия <p>СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Создание чертежей, построение видов, разрезов, сечений <p>СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Создание видов, разрезов, сечений • Оформление в соответствии с ЕСКД <p>Работа над проектом "Беспилотный летательный аппарат".</p>
2	<p>Планирование проекта. Создание аэромодели.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Планирование проекта. 2. Постройка модели. 3. Защита проекта. 	<p>Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.</p>
3	<p>Теория мультироторных систем. Обучение техники пилотирования в симуляторе.</p>	<p>Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Техника безопасности при работе с мультироторными системами.</p> <p>Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов</p>

	<p>1. Принципы управления и строение мультикоптеров.</p> <p>2. Основы техники безопасности полётов.</p> <p>3. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.</p> <p>4. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение).</p> <p>5. Полёты в симуляторе.</p>	<p>мультироторных систем.</p> <p>Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.</p>
4	<p>Электроника, применяемая в квадрокоптерах. Моторы. Электронные регуляторы скорости. Система радиуправления.</p> <p>1. Электроника применяемая в квадрокоптерах.</p> <p>2. Система радиуправления.</p>	<p>Обзор электронных устройств применяемых в радиоаппаратуре управления и настройки квадрокоптеров.</p> <p>Аппаратура радиуправления: принцип действия, общее устройство. Приемник, передатчик. Частота передатчиков, тип модуляции.</p>
5	<p>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</p>	<p>Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера,</p>

	<p>1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.</p> <p>2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.</p> <p>3. Сборка рамы квадрокоптера.</p> <p>4. Пайка ESC, ВЕС и силовой части.</p> <p>5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления.</p> <p>6. Инструктаж по технике безопасности полетов.</p> <p>7. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.</p> <p>8. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».</p> <p>9. Планирование трассы для соревнований. Проведение соревнований.</p>	<p>знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.</p> <p>Бесколлекторные двигатели и их регуляторы оборотов: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.</p> <p>Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.</p> <p>Инструктаж перед первыми учебными полётами.</p> <p>Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».</p> <p>Разбор аварийных ситуаций.</p>
<p>6</p>	<p>Планирование проекта. Создание аэро модели.</p> <p>1. Планирование проекта. 2. Постройка модели. 3. Защита проекта.</p>	<p>Работа над практическим проектом: "Проектирование и постройка аэромодели". Защита проекта.</p>
<p>7</p>	<p>Настройка, установка FPV – оборудования.</p>	<p>Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.</p>

	<p>1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.</p> <p>2. Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования.</p> <p>3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p>	<p>Установка, подключение и настройка видеоборудования на мультиторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p>
<p>8</p>	<p>Изучение основ работы микроконтроллеров Arduino.</p> <p>1. Введение в программирование.</p> <p>2. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров.</p> <p>3. Планирование и работа над проектом электронного устройства на основе Arduino.</p> <p>4. Защита проекта.</p>	<p>Введение. Общие сведения об Ардуино. Плата Arduino UNO R3. Описание, характеристики. Установка программного обеспечения Arduino IDE, подключение платы к компьютеру.</p> <p>Основы программирования Ардуино на языке C. Первая программа. Функции управления вводом/выводом. Кнопка, светодиод.</p> <p>Обработка дребезга контактов кнопки. Интерфейс связи между программными блоками. Классы в программах Ардуино. Кнопка как объект. Цифровая фильтрация сигналов в программах для Ардуино.</p> <p>Создание библиотеки для Ардуино.</p> <p>Прерывание по таймеру в Ардуино. Библиотека MsTimer2. Параллельные процессы.</p> <p>Программные таймеры в Ардуино. Циклы с различными временами периода от одного таймера.</p> <p>Последовательный порт UART в Ардуино. Библиотека Serial. Отладка программ на Ардуино.</p> <p>Широтно-импульсная модуляция в Ардуино.</p> <p>Обмен данными между платой Ардуино и компьютером через интерфейс UART.</p> <p>Обмен данными между платами Ардуино через интерфейс UART.</p> <p>Другие платы Ардуино с микроконтроллерами ATmega168/328. Плата Arduino Nano.</p>

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ожидаемые результаты обучения

Ожидаемый результат по образовательному компоненту программы.

Предметные:

- знание правил техники безопасности при работе с электрическими приборами;
- знание методов проектирования, сборки, настройки устройств;
- знание основных типов БПЛА;
- умение пилотировать БПЛА мультироторного типа;
- умение программировать платы Arduino.
- умение самостоятельно разрабатывать проекты устройств на основе микроконтроллера Arduino.

Личностные.

- самоконтроль, усидчивость, ответственность;
- умение работать в группе, коллективе;
- адекватно оценивать собственное поведение и поведение окружающих.

Метапредметные:

- знание и понимание прикладного значения физики и математики;
- совершенствование ИКТ-компетентности;
- владение основными универсальными умениями информационного характера: постановка и формулирование проблемы; поиск и выделение необходимой информации;
- будут владеть такими методами научного исследования, как эксперимент, наблюдение, гипотеза.

Правила выбора проекта и примерные темы проектов см. в Приложении 1.

5. Комплекс организационно-педагогических условий

Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования
1	Учебное (обязательное) оборудование	
1.1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера
1.2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, Видеошлем, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица
1.3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)	Комплект для программирования коптера
1.4	Квадрокоптер	Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования
1.5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе	Коптер для обучение аэросъёмке, настройке и обслуживанию БПЛА
1.6	Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов	Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъёмки

1.7	Ручка для 3D-печати	Знакомство с принципами 3D-печати
1.8	Компьютерное оборудование	
1.9	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА
1.10	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком
2	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков
2.1	МФУ	Многофункциональное устройство
2.2	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель
2.3	Презентационное оборудование	
2.4	Мультимедийная панель	Подача информационного материала
2.5	Напольное крепление	крепление мультимедийной панели

Тип программы: концентрический, одноуровневый.

Среди методов обучения используются:

- *пассивные методы:* лекция, рассказ, объяснение, метод иллюстрации и демонстрации при устном изложении изучаемого материала, опрос;
- *активные и интерактивные методы:*
 - работа в группах (дает возможность каждому учащемуся участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения);
 - метод случайностей (рассмотрение небольшой группой учащихся описания какого-либо случая, связанного с экологическими ситуациями);
 - ситуативный метод (введение учащихся в ситуацию, задача понять и принять нужное решение, предвидеть последствия этого решения, найти другие возможные решения);
 - творческие задания;
 - метод мозгового штурма;
 - брейн-ринг.

Особенности организации образовательного процесса. Основное содержание программы реализуется через формы организации учебно-воспитательного процесса: фронтальная, групповая, дифференцированно-групповая, парная и индивидуальная.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard-skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить

определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;

- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий;

- Метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – case, англ.), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов) обучающихся, а именно:

- технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
- противоречие как основа изобретения;
- идеальный конечный результат;
- алгоритм проектирования технической системы;
- командообразование;
- работа в команде;
- личная ответственность и тайм-менеджмент;
- проектная деятельность;
- продуктивное мышление;
- универсальная пирамида прогресса;
- планирование и постановка собственного эксперимента.

Форма проведения занятий «практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. hard-skills (навыков и умений) обучающихся, а именно:

- работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи);
- работа с оборудованием hi-tech-цеха (пайка, лазерная резка);
- работа с программным обеспечением (настройка летного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
- управление квадрокоптером.

Технология индивидуального обучения

Для наиболее эффективного освоения обучающего курса «Сборка и эксплуатация БПЛА», а также выявления, развития и поддержания способностей и талантов у детей и молодежи в программе можно использовать различные индивидуально-образовательные маршруты; консультирование и подготовку обучающихся к конкурсам и олимпиадам различных уровней, создание проектных и исследовательских команд по разработке продукта, тренировки и т.д.

Примерные темы проектных работ:

1. Проект гоночного квадрокоптера с улучшенными характеристиками.
2. Ионный двигатель для космических аппаратов.
3. Беспилотный аппарат с возможностью старта и посадки на водную поверхность.

Используются различные средства обучения:

- печатные (учебники, справочники, публицистические издания, раздаточный материал и пр.);
- электронные образовательные ресурсы;
- цифровые образовательные ресурсы;
- интернет-ресурсы;
- аудиовизуальные (мультимедийные презентации, образовательные видеофильмы

и мультфильмы);

4. Формы аттестации и контроля

Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки результатов:

- Тест/Фронтальный опрос.
- Фото и видеоотчет;
- наблюдение за детьми в процессе работы;
- протокол и итоги соревнований/конкурсов;
- индивидуальные и коллективные технические проекты;

Формы подведения итогов реализации программы:

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческое задания (подготовка проектов и его презентация).

Оценочные материалы. Для контроля уровня освоенности у учащихся содержания программы используются следующие диагностические методики:

- тесты по разделам программы,
- творческие задания по темам программы,

Список литературы

Список литературы для педагога

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>
4. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы

Интерактивные лекции от «Коптер-экспресс»:

<https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>

<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

Список литературы, рекомендованной родителям (законным представителям)

Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика

https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM

Правила выбора темы проекта

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

Правило 1. Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

Правило 2. Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

Правило 3. Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать, как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

Правило 4. Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

Правило 5. Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

Правило 6. Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие".

Правило 7. С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

Примерные темы проектов:

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг школы.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в фотограмметрии.
7. Проектирование квадрокоптера - транспортировщика.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Программирование работы квадрокоптеров в рое.
10. Сельско-хозяйственный дрон.

