

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА СЕЛА ОЛЬХОВЕЦ
ЛЕБЕДЯНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ»

РАССМОТРЕНО И
РЕКОМЕНДОВАНО
к утверждению на
Педагогическом совете
протокол № 1
от 30.08.2023 г.

СОГЛАСОВАНО
ШМС
Протокол № 1
от 30.08.2023 г.

УТВЕРЖДЕНО
директор МБОУ «СОШ с.
Ольховец»
_____ Е.Ю. Масякина
приказ от 31. 08. 2023 г. № 277

Дополнительная общеразвивающая программа
технической направленности
«АЭРОТЕХНОЛОГИИ»

Возраст обучающихся: от 13-15 лет

Срок реализации программы: 1 год

с. Ольховец

2023 г

Оглавление

1.Пояснительная записка	стр. 3
2.Цель и задачи программы	стр. 3
3. Планируемые результаты	стр. 4
4.Учебный план	стр. 5
5. Календарный учебный график	стр.5
6. Способы и формы проверки результатов освоения программы	стр. 5
7. Методическое обеспечение	стр. 6
8.Список литературы	стр.7
10.Рабочая программа	стр. 10
11. Мониторинг результатов обучения	стр.21

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Направленность программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Аэротехнологии» имеет научно-техническую направленность.

1.1. Актуальность программы

В настоящее время рынок беспилотных летательных аппаратов – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

1.2. Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы

В реализации данной программы участвуют обучающиеся 13-15 лет.

1.3. Объем и срок освоение программы

Срок реализации программы – 1 год. Программа рассчитана на 34 недели; 34 учебных часа в год. Количество занятий в неделю – 1 (1 академический час).

1.4. Форма обучения – очная.

Цель и задачи программы

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых знаний и навыков по таким направлениям, как: авиамоделирование, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, прикладное применение БПЛА.

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

Создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учёбы в ВУЗах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанных с робототехникой и авиастроением.

Основные задачи программы:

Обучающие:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;

- ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании БПЛА;
- ознакомление с возможностью реализации межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;

Развивающие:

- развитие у учащихся инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования БПЛА;
- развитие креативного мышления и пространственного воображения;
- развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности;

Воспитательные:

- повышение мотивации учащихся к изобретательству;
- формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного материала;
- формирование навыков проектного мышления, работы в команде.

Предметные:

- знакомство с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности; освоение теории графов и поиска кратчайшего пути.

Планируемые результаты освоения программы

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- технологию создания коптеров;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- законы аэродинамики;
- как использовать созданные программы;
- приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и других объектов и т.д.

Учащиеся должны уметь:

- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать простейшие программы;

- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- излагать логически правильно действие своей модели (проекта).
- умение проводить математические расчеты с помощью программ;
- умение применять математические инструменты в проектной деятельности.

Учебный план

Наименование разделов и тем	Общее количество часов	В том числе			Форма контроля
		теоретических	практических	проектных	
1	2	3	4	5	6
1. Введение	8	4	4	0	Тест
2. Устройство и принцип работы коптера	22	7	10	5	Проект-проба + тест
3. FPV-оборудование	4	1	3	0	Контрольный полет + тест
Итого часов:	34				

Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
1 год			34	34	1 раз в неделю по 1 акад. часа

Способы и формы проверки результатов освоения программы

Микросоревнование – разновидность контрольных мероприятий в игровой форме методики развивающего обучения. Соревнование, имеющее целью усвоению учащимися отдельных тем (в некотором роде – аналог школьной контрольной работы с обязательным разбором полученных результатов).

Результаты освоения программы определяются по трем уровням:

- высокий - учащийся освоил практически весь объем знаний, предусмотренных программой за конкретный период, и научился применять полученные знания, умения и навыки на практике,
- средний – усвоил почти все знания, но не всегда может применить их на практике,

- низкий – овладел половиной знаний, но не умеет их правильно применять на практике.

Контрольная работа состоит из 3х частей.

1. Блоки и конструкции языка программирования (контроль изучения базовых конструкция языка программирования).
2. Компоненты коптера
3. Практическая часть (обучающимся предлагается выполнить практическое задание с использование коптера).

Итоговая работа

Итоговый контроль обучающихся проводится по результатам выполнения практических заданий и защиты проектов (правила выбора темы и примеры тем проектов представлены в Приложение №1).

Практические задания:

1. Работа с зарядными устройствами.
2. Пайка проводов.
3. Полет на симуляторе.
4. Сборка и настройка квадрокоптера.
5. Учебный полет.
6. Установка видеооборудования.
7. Полет «от первого лица».

Методическое обеспечение

Особенности организации учебного процесса и учебных занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей.

При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, игры, викторины, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются приемы и методы технологий: дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

Дидактические материалы

Используется: демонстрационный материал (презентации), раздаточный материал - карточки по темам, таблицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

№ п/п	Наименование
Основная литература	
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	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf
5	Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html
6	Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337
Дополнительная литература	

7	Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
8	Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf
9	Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
10	Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf/luu11_public.pdf
11	LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety
12	Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
13	Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021

II.

III.УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Название разделов и тем	Кол-во часов
Введение		
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА	1
2.	Правовые основы. Техника безопасности.	1
3.	Проектная деятельность. Введение.	1
4.	Принципы управления, виды и строение БПЛА.	2
5.	Аэродинамика – наука о полете	2
6.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	1
Устройство и принципы работы коптера		
7.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.	1
8.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.	1
9.	Проектная деятельность. Прототипирование.	1
10.	Плата разводки питания.	1
11.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	2
12.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
13.	Электронный регулятор скорости(ESC). Виды, сборка.	2
14.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
15.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	1
16.	Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.	1
17.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
18.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	1
19.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	1
20.	Проектное обучение. Прототипирование.	1

21.	Учебные полеты. Удержание высоты.	1
22.	Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	1
23.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
24.	Разбор полетов. Основные ошибки.	1
25.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	1
26.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
FPV – оборудование		
27.	Оборудование для видеотрансляции. Настройка.	1
28.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
29.	Учебные полеты с использованием FPV.	1
30.	Проектное обучение. Прототипирование.	1
Итого		34

Содержание программы

1 «Введение»

Название темы	Содержание обучения
1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. 2. Правовые основы. Техника безопасности. 3. Принципы управления, виды и строение БПЛА. 4. Аэродинамика – наука о полете.	Основы аэродинамики, строения БПЛА. Изучение правового законодательства.

Тема 1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА

Теория: История БПЛА. Россияне, повлиявшие на направление.

Практика:

- 1) Полет на хобби-квадрокоптерах, взлет и посадка.
- 2) Полет на хобби-квадрокоптерах, полет по кругу.
- 3) Полет на хобби-квадрокоптерах, полоса препятствий.

Тема 2. Правовые основы. Техника безопасности

Теория: Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения.

Практика:

- 1) Рассмотрение спорных ситуаций.
- 2) Рассмотрение примеров нарушений.
- 3) Юридическая ответственность.

Тема 3. Принципы управления, виды и строение БПЛА

Теория: Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера.

Практика:

- 1) Полет на хобби-квадрокоптерах, полет по кругу.
- 2) Полет на хобби-квадрокоптерах, полоса препятствий.
- 3) Полет на хобби-квадрокоптерах, полет через кольца.

Тема 4. Аэродинамика – наука о полете

Теория: Законы аэродинамики.

Практика:

- 1) Сборка обычного бумажного самолета.
- 2) Сборка бумажного самолетика-планера.
- 3) Решение простейших задач по аэродинамике.

2.«Устройство и принципы работы квадрокоптера»

Название темы	Содержание обучения
1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор. 2. Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели. 4. Регуляторы хода. Плата разводки питания. 5. Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка. 7. Электронный регулятор скорости(ESC). Виды, сборка. 9. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка. 10. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления. 12. Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе. 13. Учебные полеты. Взлет и посадка.	Основные компоненты квадрокоптера, принципы работы и основы полетов.

15.Учебные полеты. Удержание высоты.	
16.Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	
18.Разбор полетов. Основные ошибки.	
19.Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	

Тема 1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.

Теория: Связь «коптер-контроллер-передатчик-аппаратура управления».

Практика:

- 1)Полеты на симуляторе.
- 2)Полеты на симуляторе в АКРО режиме.
- 3)Полеты на симуляторе в АКРО режиме с высокими рейтингами.

Тема 2. Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.

Теория: Бесколлекторные и коллекторные двигатели, их устройство, преимущества и недостатки.

Практика:

- 1)Расчет мощности двигателей для квадрокоптеров определённой массы и грузоподъёмности.
- 2)Подбор винтов под конкретные моторы.
- 3)Расчет тяги с определенными винтами и моторами.

Тема 3. Плата разводки питания.

Теория: Предназначение, применение и принцип работы.

Практика:

- 1)Соединение с аккумулятором, проверка работы.
- 2)Пайка ВЕС (стабилизатора), проверка работы.
- 3)Пайка силового фильтра своими руками.

Тема 4. Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.

Теория: Оптимальная конструкция, лучшие материалы.

Практика:

- 1)Сборка деревянной рамы с установкой моторов.
- 2)Сборка карбоновой рамы с установкой моторов.
- 3)Моделирование «своей» рамы.

Тема 5. Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, сборка.

Теория: Предназначение, применение и принцип работы.

Практика:

- 1)Пайка регуляторов скорости к моторам.

- 2) Расчет номинала ESC для двигателей определённой мощности.
- 3) Расчет номинала ESC для двигателей определенной мощности с определенными винтами.

Тема 6. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.

Теория: Предназначение, виды и функционал.

Практика:

- 1) Установка полетного контроллера CC3D на квадрокоптер.
- 2) Установка полетного контроллера Naze32 на квадрокоптер.
- 3) Установка полетного контроллера PixHawk на квадрокоптер.

Тема 7. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.

Теория: Повторение принципа работы.

Практика:

- 1) Настройка полетного контроллера и аппаратуры.
- 2) Настройка функции Failsafe в полетном контроллере и аппаратуре.
- 3) Настройка функции Killswitch в полетном контроллере, создание нескольких профилей в аппаратуре.

Тема 8. Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.

Теория: Инструктаж по ТБ.

Практика:

- 1) Полеты на симуляторе.
- 2) Полеты на симуляторе в АКРО режиме.
- 3) Полеты на симуляторе в АКРО режиме с высокими рейтингами.

Тема 9. Учебные полеты. Взлет и посадка.

Теория: Принципы управления.

Практика:

- 1) Выполнение упражнений.
- 2) Взлет и посадку в одну точку.
- 3) Выполнение упражнений в АКРО режиме.

Тема 10. Учебные полеты. Удержание высоты.

Теория: Принципы удержания высоты.

Практика:

- 1) Выполнение упражнений.
- 2) Удержание высоты и позиции.
- 3) Удержание высоты и позиции в АКРО режиме.

Тема 11. Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.

Теория: Углы Эйлера (крен, тангаж, рыскание)

Практика:

- 1) Выполнение упражнений.
- 2) Облет по периметру полетной зоны.

3)Облет по периметру полетной зоны в АКРО режиме.

Тема 12. Разбор полетов. Основные ошибки.

Теория: Разбор основных ошибок.

Практика:

- 1)Работа над ошибками. Учебные полеты
- 2)Работа над ошибками в упражнениях взлет и посадка, удержание высоты и позиции, облет по периметру.
- 3)Работа над ошибками в упражнениях взлет и посадка в АКРО режиме, удержание высоты и позиции в АКРО режиме, облет по периметру в АКРО режиме.

Тема 13. Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.

Теория: Основы полетов.

Практика:

- 1)Прохождение трассы.
- 2)Прохождение трассы с разноуровневыми препятствиями.
- 3)Прохождение трассы в АКРО режиме.

3 «FPV – оборудование»

Название темы	Содержание обучения
1.Оборудование для видеотрансляции. Настройка. 2.Учебные полеты с использованием FPV.	Установка и подключение FPV оборудования. FPV полеты.

Тема 1. Оборудование для видеотрансляции. Настройка.

Теория: Связь приемник-передатчик, качество передачи.

Практика:

- 1)Настройка FPV.
- 2)Настройка FPV с OSD.
- 3)Настройка OSD.

Тема 2. Учебные полеты с использованием FPV.

Теория: Принципы управления.

Практика:

- 1)Учебные полеты.
- 2)Учебные полеты с препятствиями.
- 3)Учебные полеты в АКРО режиме.

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ пп	Название тем (разделов)	Обязательный минимум содержания программы	Количество часов	Планируемая дата проведения
Введение				
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА	Теория: История БПЛА. Россияне, влиявшие на направление Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах	1	
2.	Правовые основы. Техника безопасности.	Теория: Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения. Практика: Рассмотрение статей Воздушного кодекса РФ	1	
3.	Проектная деятельность. Введение.	Введение в проектную деятельность	1	
4.	Принципы управления, виды и строение БПЛА.	Теория: Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера. Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах.	1	
5.	Аэродинамика – наука о полете	Теория: Законы аэродинамики. Практика: Сборка бумажных самолетиков, решение простейших задач по аэродинамике.	1	
6.	Простая геометрия. Основные формулы.	Теория: Изучение основных формул для вычисления площади, периметра у основных геометрических фигур.	1	

		Практика: Решение задач		
7.	Простая геометрия. Практическое применение.	Теория: прикладное применение геометрии Практика: применение геометрии на практике.	1	
8.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	Работа над индивидуальными проектами.	1	
2. Устройство и принцип работы коптера				
9.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.	Теория: Связь «коптер-контроллер-передатчик-аппаратура управления». Практика: Полеты на симуляторе.	1	
10.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.	Теория: Бесколлекторные и коллекторные двигатели, их устройство, преимущества и недостатки. Практика: Работа над проектом	1	
11.	Плата разводки питания	Теория: Предназначение, применение и принцип работы. Практика: Соединение с АКБ. Пайка. Проверка работы.	1	
12.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	Теория: Оптимальная конструкция, лучшие материалы. Практика: Сборка деревянных и	1	

		карбоновых рам, моделирование «своей» рамы		
13.	Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, сборка.	Теория: Предназначение, применение и принцип работы. Практика: Пайка регуляторов и моторов. Расчет номинала ESC	2	
14.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	Теория: Предназначение, виды и функционал. Практика: Установка полетных контроллеров	1	
15.	Разбор полетов. Основные ошибки.	Теория: Разбор основных ошибок. Практика: Работа над ошибками	1	
16.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	Теория: Основы полетов. Практика: Прохождение трассы	1	
17.	Полеты на симуляторе.	Теория: Повторение принципа работы Практика: Полеты на симуляторе	1	
18.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	Теория: Принципы управления. Практика: Выполнение упражнений	1	

19.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	1	
20.	Учебные полеты. Удержание высоты.	Теория: Принципы удержания высоты. Практика: Учебные полеты	1	
21.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	1	
22.	Разбор полетов. Основные ошибки.	Теория: Разбор основных ошибок. Практика: Работа над ошибками	1	
23.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	1	
24.	Упражнения на маневрирование.	Теория: Основы полетов. Практика: Полеты в полетной зоне	1	
25.	Графы. Наглядное описание. Основные типы	Теория: теория графов. Практика: Решение задач	2	
26.	Графы. Области применения	Теория: Теория графов Практика: Решение задач	1	
27.	Графы. Практическое применение.	Теория: Теория графов	1	

		Практика: Прикладное применение теории графов		
28.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	1	
3.FPV-оборудование				
29.	Оборудование для видеотрансляции. Настройка.	Теория: Связь приемник-передатчик, качество передачи Практика: Настройка FPV.	2	
30.	Учебные полеты с использованием FPV	Теория: Принципы управления. Практика: Учебные полеты.	1	
31.	Проектная деятельность. Прототипирование.	Работа над проектом	1	

Примерная итоговая контрольная работа

Часть 1: теоретический блок

Вопросы:

1. Устройство мультироторных систем.
2. Принципы управления мультироторными системами.
3. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.
4. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования.
5. Принципы настройки контроллера с помощью компьютера
6. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.
7. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.
8. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.
9. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы.
10. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков.
11. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

Часть 2: практический блок

Задача №1. Движение восьмеркой

Задача №2. Прохождение полосы препятствий

Задача №3. Полет с удержанием высоты

**Мониторинг результатов обучения ребёнка
по дополнительной образовательной программе**

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Возможно е число баллов	Методы диагностики
1. Теоретическая подготовка ребёнка				
1.1. Теоретические знания (по Основным разделам учебно-Тематического плана программы)	Соответствие Теоретических знаний ребёнка	Минимальный уровень – ребёнок овладел менее, чем ½ объёма знаний, предусмотренных программой	1	Наблюдение, тестирование, контрольный опрос и др.
	программным требованиям	Средний уровень – объём усвоенных знаний составляет более ½.	5	
		Максимальный уровень – освоил практически весь объём знаний, предусмотренных программой в конкретный период	10	
1.2. Владение Специальной Терминологией	Осмысленность и правильность Использования	Минимальный уровень – ребёнок, как правило, избегает употреблять специальные термины	1	Собеседование
	специальной Терминологии	Средний уровень – сочетает специальную терминологию с бытовой	5	
		Максимальный уровень – специальные термины употребляет осознанно, в полном соответствии с их содержанием	10	
2. Практическая подготовка ребёнка				
2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой (по	Соответствие практических умений и	Минимальный уровень – ребёнок овладел менее, чем ½ предусмотренных умений и навыков	1	Контрольное задание
	навыков	Средний уровень – объём усвоенных	5	

Основным разделам учебно-Тематического плана программы)	Программным требованиям	умений и навыков составляет более ½.		10	
		Максимальный уровень – овладел практически всеми умениями и навыками, предусмотренными программой в конкретный период.			
2.2. Интерес к занятиям в Детском Объединении	Отсутствие затруднений в Использовании специального оборудования и оснащения	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием.	1	5	Контрольное задание
		Средний уровень – работает с оборудованием с помощью педагога.	5		
		Максимальный уровень – работает с оборудованием самостоятельно, не испытывает особых затруднений.	10		
2.3. Творческие Навыки	Креативность в выполнении практических заданий	Начальный (элементарный) уровень развития креативности – ребёнок в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания педагога	1	5	Контрольное задание
		Репродуктивный уровень – в основном выполняет задания на основе образца	5		
		Творческий уровень – выполняет практические задания с элементами творчества.	10		
3. Общеучебные умения и навыки ребёнка					
3.1.1 Умение	Самостоятель -	Минимальный уровень умений –	1		Анализ

подбирать и Анализировать Специальную Литературу	ность в выборе и анализе литературы	ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе со специальной литературой, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.		исследовател ьс кой работы
		Средний уровень – работает со специальной литературой с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – работает со специальной литературой самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.1.2. Умение пользоваться компьютерными источниками информации	Самостоятель - ность в пользовании компьютерны ми источниками информации	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с компьютерными источниками информации, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовател ьс кой работы
		Средний уровень – работает с компьютерными источниками информации с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – работает с компьютерными источниками информации самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.1.3. Умение Осуществлять учебно-		Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при проведении	1	Анализ исследовател ьс кой работы

исследователь-скую работу (писать рефераты, Проводить самостоятельные Учебные Исследования		исследовательской работы, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога		
		Средний уровень – занимается исследовательской работой с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – осуществляет исследовательскую работу самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.2. Учебно-коммуникативные умения				
3.2.1 Умение слушать и слышать педагога	Адекватность восприятия информации, идущей от педагога	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.2.2. Умение выступать перед Аудиторией	Свобода владения и подачи Обучающимся подготовленн ой информации	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.2.3. Умение вести полемику, участвовать в Дискуссии	Самостоя-тельность в построении Дискуссионн ого выступления, логика в построении доказательств .	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3. Учебно-организационные умения и навыки:				
3.3.1. Умение	Способность	Минимальный уровень умений.	1	Наблюдение

организовать своё рабочее (учебное) Место	самостоятельно готовить своё рабочее место к деятельности и убирать его за собой	По аналогии с п.3.1.1.		
		Средний уровень.	5	
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3.2. Навыки соблюдения в Процессе Деятельности Правил Безопасности	Соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3.3. Умение Аккуратно выполнять работу	Аккуратность и ответственность в работе	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	

Совокупность измеряемых показателей разделена в таблице на несколько групп.

Первая группа показателей — **теоретическая подготовка ребенка** включает:

- теоретические знания по программе – то, что обычно определяется словами «Знать»; владение специальной терминологией по тематике программы — набором основных понятий, отражающих специфику изучаемого предмета.

Вторая группа показателей — **практическая подготовка ребенка** включает:

- практические умения и навыки, предусмотренные программой, — то, что обычно определяется словами «Уметь»;
- владение специальным оборудованием и оснащением, необходимым для освоения курса;
- творческие навыки ребенка — творческое отношение к делу и умение воплотить его в готовом продукте.

Третья группа показателей — **общеучебные умения и навыки ребенка**. Без их приобретения невозможно успешное освоение любой программы. В этой группе представлены:

- учебно-интеллектуальные умения;
- учебно-коммуникативные умения;
- учебно-организационные умения и навыки.