

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного образования  
«Центр дополнительного образования детей»  
Становлянского муниципального округа Липецкой области

ПРИНЯТО на педагогическом совете

Протокол № 6 от 28.08.2023г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор МБОУ ДО ЦДОД

В. Шацких

Приказ № 90

от «28» августа 2023 г.

# Дополнительная общеразвивающая программа технической направленности «Аэротехнологии»

Возраст обучающихся: 9-17 лет

Срок реализации программы: 1 год

Составитель:

педагог дополнительного образования

Трубицын Александр Александрович

с.Становое, 2023год

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Комплекс основных характеристик программы	
1.1 Пояснительная записка.....	3
1.2 Цель и задачи программы.....	4
1.3 Содержание программы.....	5
1.4 Планируемые результаты.....	13
2. Комплекс организационно-педагогических условий	
2.1 Формы аттестации.....	13
2.2 Методическое обеспечение.....	14
2.3 Календарный учебный график.....	15
2.4 Рабочая программа.....	15
2.5 Условия реализации программы.....	21
3. Иные компоненты	
3.1 Воспитательная работа .....	22
3.2 Работа с родителями (законными представителями).....	23
4. Список литературы.....	24

## **1. Комплекс основных характеристик программы**

### **1.1 Пояснительная записка**

Дополнительная общеразвивающая программа «Аэротехнологии» имеет техническую направленность.

Дополнительная общеразвивающая программа разработана на основе нормативно-правовой документации:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. N 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2015 года № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 апреля 2015 года № 729-р «Концепция развития дополнительного образования детей»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 года N996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2015 года № 1493 «О государственной программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2016-2020 годы»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;
- Федеральный Закон от 31.07.2020 г. № 304 «О внесении изменений в ФЗ «Об образовании в РФ» по вопросам воспитания обучающихся».

## **Актуальность программы**

В настоящее время рынок беспилотных летательных аппаратов – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью. БПЛА стали 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.

## **Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы**

В реализации данной программы участвуют обучающиеся 9-17 лет.

## **Объем и срок освоение программы**

Срок реализации программы – 1 год. Программа рассчитана на 36 недель; 216 учебных часов в год. Количество занятий в неделю – 3 (по 2 академических часа).

**Форма обучения** – очная.

## **1.2.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.

## **1.3 Содержание программы.**

### **1 «Введение»**

<b>Название темы</b>	<b>Содержание обучения</b>

<p>1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА.</p> <p>2. Правовые основы. Техника безопасности.</p> <p>3. Принципы управления, виды и строение БПЛА.</p> <p>4. Аэродинамика – наука о полете.</p>	<p>Основы аэродинамики, строения БПЛА. Изучение правового законодательства.</p>
---	---

### **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
<p>1.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.</p> <p>2.Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.</p> <p>4. Регуляторы хода. Плата разводки питания.</p> <p>5.Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.</p> <p>7.Электронный регулятор скорости(ESC). Виды, сборка.</p> <p>9.Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.</p> <p>10.Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.</p> <p>12.Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.</p> <p>13.Учебные полеты. Взлет и посадка.</p> <p>15.Учебные полеты. Удержание высоты.</p> <p>16.Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.</p> <p>18.Разбор полетов. Основные ошибки.</p> <p>19.Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.</p>	<p>Основные компоненты квадрокоптера, принципы работы и основы полетов.</p>

**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»**

<b>Название темы</b>	<b>Содержание обучения</b>
1.Оборудование для видеотрансляции. Настройка. 2.Учебные полеты с использованием FPV.	Установка и подключение FPVоборудования. FPVполеты.

### **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.

### **УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

<b>п/п</b>	<b>Наименование тем</b>	<b>Количество часов</b>			
		<b>всего</b>	<b>теория</b>	<b>практика</b>	<b>Формы аттестации / контроль</b>

<b>1 год обучения</b>					
1	Вводное занятие.	2	1	1	Предварительная
2	Изучение простых механизмов.	15	3	12	Демонстрация проектов
3	Изучение силы и движения. Прикладная механика.	15	2	13	Демонстрация проектов
4	Изучение пневматики, рычагов, механизмов.	18	3	15	Демонстрация проектов
5	Изучение гидравлики.	12	2	10	Демонстрация проектов
6	Устройство и принцип работы коптера	64	14	50	Демонстрация проектов
7	FPV-оборудование	88	18	70	Демонстрация проектов
8	Итоговое занятие. Подведение итогов защиты проектов.	2	1	1	Промежуточная аттестация
<b>ИТОГО</b>		<b>216</b>	<b>44</b>	<b>162</b>	

### **III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

<b>№ темы</b>	<b>Название разделов и тем</b>	<b>Кол-во часов</b>
<b>Введение</b>		
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА	2
2.	Правовые основы. Техника безопасности.	2
3.	Проектная деятельность. Введение.	2
4.	Принципы управления, виды и строение БПЛА.	2
5.	Аэродинамика – наука о полете	4
6.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	2

<b>Устройство и принципы работы коптера</b>		
7.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.	2
8.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.	2
9.	Проектная деятельность. Прототипирование.	2
10.	Плата разводки питания.	2
11.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	4
12.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
13.	Электронный регулятор скорости(ESC). Виды, сборка.	4
14.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
15.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	2
16.	Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.	2
17.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
18.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	2
19.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	2
20.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
21.	Учебные полеты. Удержание высоты.	2
22.	Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	2
23.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
24.	Разбор полетов. Основные ошибки.	2
25.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	2
26.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
<b>FPV – оборудование</b>		
27.	Оборудование для видеотрансляции. Настройка.	2
28.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
29.	Учебные полеты с использованием FPV.	2
30.	Проектное обучение. Прототипирование.	2
<b>Итого</b>		<b>68</b>

## 1.4 Планируемые результаты

### 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.

## 2. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Формы аттестации

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 конструкций языка программирования).
2. Компоненты коптера
3. Практическая часть (обучающимся предлагается выполнить практическое задание с использованием 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 видеоборудования.
7. Полет «от первого лица».

## **2.2. 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.

### **2.3. Календарный учебный график**

Программой предусмотрена организация образовательного процесса в течение 36 недель учебного года.

Начало обучения – 1 сентября;

Окончание обучения – 31 мая.

Режим занятий:

Количество часов в неделю – 6 ч. Учебно-тренировочные занятия проводятся три раза в неделю по 2 занятия в день, каждое 45 минут с обязательным перерывом 10 минут.

Сроки проведения промежуточной (итоговой) аттестации: май.

В каникулярное время работа с учащимися организуется по отдельному плану (при наличии контингента обучающихся в каникулярный период).

### **2.4. Рабочая программа**

#### **КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

<b>№ пп</b>	<b>Название тем (разделов)</b>	<b>Обязательный минимум содержания программы</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Планируемая дата проведения</b>
<b>Введение</b>				
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА	Теория: История БПЛА. Россияне, повлиявшие на направление  Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах	2	
2.	Правовые основы. Техника безопасности.	Теория: Изучение статей Воздушного кодекса РФ,	2	

		ответственности за нарушения.  Практика: Рассмотрение статей Воздушного кодекса РФ		
3.	Проектная деятельность. Введение.	Введение в проектную деятельность	2	
4.	Принципы управления, виды и строение БПЛА.	Теория: Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера.  Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах.	2	
5.	Аэродинамика – наука о полете	Теория: Законы аэродинамики.  Практика: Сборка бумажных самолетиков, решение простейших задач по аэродинамике.	4	
6.	Простая геометрия. Фигуры на плоскости	Теория: изучение фигур на плоскости  Практика: Решение задач	2	
7.	Простая геометрия. Основные формулы.	Теория: Изучение основных формул для вычисления площади, периметра у основных геометрических фигур.  Практика: Решение задач	2	
8.	Простая геометрия. Практическое применение.	Теория: прикладное применение геометрии  Практика: применение геометрии на практике.	4	
9.	Проектная	Работа над	2	

	деятельность. Поиск проблем для решения	индивидуальными проектами.		
<b>2. Устройство и принцип работы коптера</b>				
10.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор.	Теория: Связь «коптер-контроллер-передатчик-аппаратура управления». Практика: Полеты на симуляторе.	2	
11.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели.	Теория: Бесколлекторные и коллекторные двигатели, их устройство, преимущества и недостатки. Практика: Работа над проектом	2	
12.	Плата разводки питания	Теория: Предназначение, применение и принцип работы. Практика: Соединение с АКБ. Пайка. Проверка работы.	2	
13.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	Теория: Оптимальная конструкция, лучшие материалы. Практика: Сборка деревянных и карбоновых рам, моделирование «своей» рамы	2	
14.	Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, сборка.	Теория: Предназначение, применение и принцип работы.	4	

		Практика: Пайка регуляторов и моторов. Расчет номинала ESC		
15.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	Теория: Предназначение, виды и функционал.  Практика: Установка полетных контроллеров	2	
16.	Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.	Теория: Повторение принципа работы.  Практика: Настройка полетного контроллера	4	
17.	Инструктаж по ТБ полетов.	Теория: Инструктаж по ТБ.  Практика: Проверка знаний по ТБ	2	
18.	Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	Теория: Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.  Практика: Выполнение упражнений по периметру полетной зоны	2	
19.	Разбор полетов. Основные ошибки.	Теория: Разбор основных ошибок.  Практика: Работа над ошибками	2	
20.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	Теория: Основы полетов.  Практика: Прохождение трассы	2	

21.	Полеты на симуляторе.	Теория: Повторение принципа работы  Практика: Полеты на симуляторе	2	
22.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	Теория: Принципы управления.  Практика: Выполнение упражнений	2	
23.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	2	
24.	Учебные полеты. Удержание высоты.	Теория: Принципы удержания высоты.  Практика: Учебные полеты	2	
25.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	2	
26.	Разбор полетов. Основные ошибки.	Теория: Разбор основных ошибок.  Практика: Работа над ошибками	2	
27.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	2	
28.	Упражнения на маневрирование.	Теория: Основы полетов.  Практика: Полеты в полетной зоне	2	

29.	Графы. Наглядное описание. Основные типы	Теория: теория графов. Практика: Решение задач	4	
30.	Графы. Области применения	Теория: Теория графов Практика: Решение задач	2	
31.	Графы. Практическое применение.	Теория: Теория графов Практика: Прикладное применение теории графов	2	
32.	Проектное обучение. Прототипирование.	Работа над проектом	2	
<b>3.FPV-оборудование</b>				
33.	Оборудование для видеотрансляции. Настройка.	Теория:Связь приемник-передатчик, качество передачи Практика:Настройка FPV.	4	
34.	Учебные полеты с использованием FPV	Теория: Принципы управления. Практика: Учебные полеты.	2	
35.	Проектная деятельность. Прототипирование.	Работа над проектом	2	

## **2.5. Условия реализации программы**

### **Требования к помещению:**

Кабинет, удовлетворяющий санитарно-гигиеническим требованиям и эргономическим подходам. Помещение для занятий должно иметь хорошее, качественное освещение. Столы и стулья должны быть удобными, соответствовать возрастным особенностям обучающихся детей. До начала занятий и после их окончания необходимо осуществлять сквозное проветривание помещения. Программа может быть реализована при наличии минимального набора инструментов, приспособлений.

Перечень учебно-методического обеспечения:

Кабинет для обучения:

- столы;
- стулья;
- ноутбуки;
- учебные квадрокоптеры;
- ресурсный набор программируемого квадрокоптера.

Помещение для полетов:

- спортивный зал (оборудованная зона для полетов, опускающееся ограждение для проведения соревнований).
- методическое обеспечение (методическая и техническая литература; специальная литература).

Кадровое обеспечение:

Реализовывать программу могут педагоги дополнительного образования, обладающие достаточными знаниями в области педагогики, психологии и методологии, знающие особенности обучения робототехнике, знакомые с алгоритмами, языками программирования, основами механики и конструирования.

### 3. Иные компоненты

#### 3.1 Воспитательная работа

Воспитательная работа с учащимися детского объединения «Аэротехнологии» проводится в целях приобщения обучающихся к культурным ценностям своего народа, базовым национальным ценностям российского общества, общечеловеческим ценностям в контексте формирования у них российской гражданской идентичности.

Учащиеся коллектива принимают участие, как в общих мероприятиях Центра, так и в мероприятиях внутри своего творческого объединения.

Мероприятия воспитательного характера проводятся в рамках Плана воспитательной работы МБОУ ДО «Центра дополнительного образования детей» Становлянского муниципального округа и в рамках Календаря образовательных событий, приуроченных к государственным и национальным праздникам Российской Федерации, памятным датам и событиям российской истории и культуры на 2023/24 учебный год, утвержденного Министерством просвещения РФ.

В плане воспитательной работы предусмотрены как активные, так и дистанционные формы организации деятельности.

#### План воспитательной работы

<b>№</b>	<b>Название мероприятия</b>	<b>Время проведения</b>	<b>Ответственный</b>
1	Беседа на тему: «Мои летние каникулы»	сентябрь	А.А. Трубицын
2	Акция ко Дню учителя	октябрь	А.А. Трубицын
3	День народного единства	ноябрь	А.А. Трубицын
4	Беседа о безопасности в зимнее время года	декабрь	А.А. Трубицын
5	Акция ко Дню снятия блокады Ленинграда	январь	А.А. Трубицын
6	Беседа ко Дню защитника отечества 23 февраля	февраль	А.А. Трубицын
7	Праздничное мероприятие «Международный женский день»	март	А.А. Трубицын

8	Конкурс «IT-планета», посвященный Дню космонавтики	апрель	А.А. Трубицын
9	«Окна Победы» (День Победы в ВОВ 1941-1945 годов)	май	А.А. Трубицын

### **3.2 Работа с родителями (законными представителями)**

Работа с родителями (законными представителями) несовершеннолетних учащихся осуществляется для более эффективного достижения цели воспитания, которая обеспечивается согласованием позиций семьи и Центра.

Работа с родителями или законными представителями осуществляется в рамках следующих видов и форм деятельности:

- организация родительской общественности, участвующая в управлении Центром и решении вопросов воспитания и социализации их детей;
- взаимодействие с родителями посредством сайта и социальных сетей;
- присутствие родителей на отчетных мероприятиях.

Родительские собрания проходят на следующие темы:

- «Взаимодействие и взаимопонимание дополнительного образования и семьи»;
- «Роль СМИ в воспитании ребенка»;
- «Здоровый образ жизни. Нужные советы»;
- «Современная семья – какая она?»;
- «Мы вместе против проблемы, но не против друг друга».

#### **Периодичность проведения родительских собраний:**

- организационное собрание – сентябрь;
- итоговое собрание – май;
- индивидуальные встречи – в течение года

### 3. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

№ п/п	Наименование
<b>Основная литература</b>	
1	Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <a href="http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html">http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html</a>
2	Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html</a>
3	Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <a href="http://habrahabr.ru/post/227425/">http://habrahabr.ru/post/227425/</a>
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: <a href="http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf">http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf</a>
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: <a href="http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html">http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html</a>
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
<b>Дополнительная литература</b>	
7	Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: <a href="http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html">http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html</a>
8	Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <a href="http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf">http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf</a>

9	<p>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.</p>
10	<p>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: <a href="http://sal.aalto.fi/publications/pdf/luu11_public.pdf">http://sal.aalto.fi/publications/pdf/luu11_public.pdf</a></p>
11	<p>LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <a href="http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety">http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety</a></p>
12	<p>Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.</p>
13	<p>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</p>

## 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

