

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ  
УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ –  
ДЕПАРТАМЕНТ ПО СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ  
АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА САРАНСК  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №37»

РАССМОТРЕНО  
Педагогическим советом  
МОУ «Средняя школа №37»  
Протокол №1  
от «30» августа 2024г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор МОУ «Средняя школа №37»  
  
Е.В. Антипенкова  
«30» августа 2024г.



**Программа дополнительного образования  
«Беспилотные летательные аппараты»**

Направленность: техническая  
Возраст обучающихся: 11-18 лет  
Срок реализации программы: 1 год

**Составители:** Зорик Е.В., педагог дополнительного образования;  
Яковлева В.А., педагог дополнительного образования

Саранск, 2024

## Структура программы

1. Пояснительная записка программы	3
2. Цели и задачи программы	7
3. Учебный план программы	8
4. Содержание учебного плана программы	8
5. Календарный учебный график программы	25
6. Календарный план воспитательной работы	32
7. Планирование результата освоение образовательной программы	33
8. Оценочные материалы программы	34
9. Формы обучения, методы, приемы и педагогические технологии	35
10. Методическое обеспечение программы	36
11. Материально - техническое оснащение программы	37
12. Список используемой литературы	40
ПРИЛОЖЕНИЯ	41

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, Потенциальный объем российского рынка может составить около 2,5 млн. устройств к 2025 г., к этому времени российский внутренний рынок может составить около 3 % от общемирового. В 2017 г. российский рынок продаж БАС оценивался в 163 млн. долларов (9,5 млрд. рублей). БПЛА становятся неотъемлемой частью повседневной жизни: по всему миру БПЛА используются не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появляются новые профессии, связанные с ростом рынка.

Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС).

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

**Нормативные основания** для создания дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы:

- Федеральный закон «Об образовании Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями);

- Концепция развития дополнительного образования, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 мая 2023 г. № 871 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»;

Федерации» (внесены изменения в Концепцию развития дополнительного образования);

- Методические рекомендации Министерства образования и науки РФ по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) от 18.11.2015 г. № 09-3242;

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27. 07 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам»;

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03. 09 2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития системы дополнительного образования детей»;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 мая 2023 г. № 871 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (внесены изменения в Концепцию развития дополнительного образования);

- Приказ Министерства образования республики Мордовия от 26. 06 2023 г. № 795-ОД «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в республике Мордовия» (с изменениями от 27.07.2023 г.);

- СанПин 2.4.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- Устав МОУ «Средняя школа №37»;

- Локальный акт МОУ «Средняя школа №37» «Положение о разработке, порядке утверждения, реализации и корректировки общеобразовательных программ».

**Направленность** программы – техническая.

**Актуальность**

Современные тенденции развития роботизированных комплексов в

авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС). В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разно уровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

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

**Педагогическая целесообразность** настоящей 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 прикладных теоретических знаний у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них практических навыков (работа в мастерской и хайтек цехе) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

### **Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления; рефлексия.

### **Объём и сроки освоения программы**

Срок реализации программы – 1 год

Продолжительность реализации всей программы 144 часа.

### **Возраст детей, участников программы и их психологические особенности**

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Беспилотные летательные аппараты» ориентирована на работу с детьми 11 – 17 лет. Программа предусматривает возможность обучения в одной группе детей разных возрастов с различным уровнем подготовленности к занятиям техническим творчеством.

Программа предполагает освоение видов деятельности в соответствии с психологическими особенностями возраста адресата программы.

**Наполняемость групп:** максимум 15 человек.

**Условия приема:** принимаются все желающие, не имеющие медицинских противопоказаний

### **Формы и режим занятий**

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая

часть.

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 – *hardskills*), 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.

- методкейсов (*case-study*), "мозговой штурм" (*Brainstorming*), методзадач (*Problem-Based Learning*) и методпроектов (*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.

При определении режима занятий учтены санитарно-эпидемиологические требования к организациям дополнительного образования детей. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 часа (продолжительность учебного часа 45 минут). Структура каждого занятия зависит от конкретной темы и решаемых задач.

В случае возникновения форс мажорных обстоятельств программа может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

## 2. Цели и задачи программы

**Цель** формирование у обучающихся устойчивых теоретических и практических навыков в области проектирования, конструирования и эксплуатации беспилотных авиационных систем посредством кейсовой системы обучения и проектно-исследовательской деятельности учащихся.

### **Задачи**

#### ***Обучающие задачи:***

- формировать у обучающихся знания, умения и навыки в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА;
- обучить технологическим навыкам конструирования;
- обучить основам радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров.

#### ***Развивающие задачи:***

- развивать навыки самостоятельной работы в учебно-познавательной деятельности;
- развивать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

#### ***Воспитательные задачи:***

- формировать умение продуктивно работать в команде;
- формировать умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его;
- воспитывать организационно-волевые качества личности для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль.

## 3. Учебный план программы

№ п/п	Название курса, модуля, раздела	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего



1.	Модуль обучения	60	84	144
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>	<b>84</b>	<b>144</b>

#### 4. Содержание учебного плана программы

##### Модуль обучения

##### 1 полугодие

##### Тема 1: Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

- Вводная лекция о содержании курса.
- Устройство и принцип работы универсальной системы радиуправления
  - Принципы управления и строение мультикоптеров.
  - Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета
  - Основы техники безопасности полётов
  - Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.
  - Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)
    - Технология пайки. Техника безопасности.
    - Обучение пайке.
    - Визуальные полёты на симуляторе.

**Краткое содержание:** Успешное освоение темы учащимся даст понимание об устройстве и принципах строения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ученики познакомятся основами аэродинамики, будут иметь представление за счет чего летательные аппараты перемещаются по воздуху. Познакомятся с критически важными узлами в строении летательных аппаратов (ЛА). Познакомятся с основами электричества, освоят технологию пайки и распайки проводов и электронных компонент. Отработают визуальные полеты на симуляторе полета квадрокоптера.

**Количество часов:** 31

**Hard Skills:** информационные технологии, новые знания по физике и механике, знание основ схемотехники, владение информацией об устройстве

и функционировании узлов мультироторных систем, умение пользоваться паяльником

**Soft Skills:** Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

**Место проведения:** Аэроквантум.

## **Тема 2: Сборка и настройка квадрокоптера**

- Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.
- Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.
- Сборка рамы квадрокоптера.
- Пайка ESC (электронного регулятора скорости), ВЕС (преобразователя питания) и силовой части.
- Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления
- Инструктаж по технике безопасности полетов.
- Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.
- Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

**Краткое содержание:** Успешное освоение темы учащимся даст понимание об устройстве и принципах строения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ученики получают навыки сборки БПЛА. Освоят пайку регуляторов и двигателей, сборку рамы квадрокоптера, программное обеспечение для настройки полетного контроллера. Познакомятся с системой передачи данных по каналу радиосвязи. Познакомятся с критически важными узлами в строении летательных аппаратов (ЛА). Познакомятся с основами электричества, освоят технологию пайки и распайки проводов и электронных компонент. Отработают самостоятельный полет и управление

коптером. Научатся выполнять простые фигуры пилотажа.

**Количество часов:** 33

**Hard Skills:** информационные технологии, новые знания по физике и механике, знание основ схмотехники, владение информацией об устройстве и функционировании узлов мультироторных систем, умение пользоваться паяльником

**Soft Skills:** Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

**Место проведения:** Аэроквантум.

### **Тема 3. Подготовка проектных работ**

**Количество часов:** 6

**Hard Skills:** когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

**Soft Skills:** Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

**Место проведения:** Аэроквантум.

### **Тема 4. Защита проектов**

**Количество часов:** 2

**Hard Skills:** когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

**Soft Skills:** Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

**Место проведения:** Аэроквантум.

**2-е полугодие**

## **Тема 1. Основы векторной графики**

- Инструменты для работы с эскизами
- Построение и работа с эскизами
- Формирование простых объектов
- Формирование сложных объектов
- Перевод растровых изображений в векторные
- Работа с палитрой цветов и заливками

**Краткое содержание:** Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения двумерных чертежей. Ученики познакомятся с программными продуктами CorelDraw и Компас 3D. Научатся самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в двумерной графике. Познакомятся с возможностью перевода растровых изображений в векторные для последующей возможной резки с помощью лазерного станка

**Количество часов:** 20

**Hard Skills:** информационные технологии, новые знания по 2D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

**Soft Skills:** проактивность, пассионарность, межотраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

**Место проведения:** Аэроквантум.

## **Тема 2. Основы лазерной резки**

- Построение чертежей для резки на лазерном станке с помощью векторной графики
- Резка и сборка полученных изделий
- Проверка на прочностные характеристики и выполняемые функции
- Переработка модели и повторная резка
- Вывод и закрепление навыков лазерной резки

**Краткое содержание:** Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения двумерных чертежей. Ученики отработают свои навыки работы с программными продуктами CorelDraw и Компас 3D. Закрепят свои умения самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в двумерной графике. Получат возможность самостоятельно разработать собственную небольшую модель летательного аппарата. На основе фидбэка от преподавателя и своих коллег получат грамотную оценку результата своих творческих и технических работ.

**Количество часов:** 16

**Hard Skills:** информационные технологии, новые знания по 2D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

**Soft Skills:** проактивность, пассионарность, межатраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

**Место проведения:** Аэроквантум.

### **Тема 3. Основы 3D моделирования**

- Виды программ для 3D моделирования
- Инструменты для работы с трехмерными фигурами
- Основы построения объемных фигур
- Простые фигуры (куб, пирамида, шар и т.д.)
- Выполнение индивидуального задания по построению трехмерных объектов

**Краткое содержание:** Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения трехмерных объектов. Ученики познакомятся с программными продуктами SketchUp и SolidWorks. Научатся самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в трехмерной графике. Познакомятся с возможностью построения сложных фигур по точным размерам для последующей возможной печати на 3D принтере.

**Количество часов:** 14

**Hard Skills:** информационные технологии, новые знания по 3D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

**Soft Skills:** проактивность, пассионарность, межатраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

**Место проведения:** Аэроквантум.

#### **Тема 4. Изучения принципа работы 3D принтера**

- Форматы печати трехмерных объектов.
- Конвертация форматов для печати и настройки печати.
- Позиционирование изделий для печати. Выбор оптимальной ориентации объекта для увеличения прочностных характеристик.
- Печать на 3D принтере.

**Краткое содержание:** Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения трехмерных объектов. Ученики отработают свои навыки работы с программными продуктами SketchUp и SolidWorks. Закрепят свои умения самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в трехмерной графике. Получат возможность самостоятельно разработать собственную небольшую модель произвольного объекта. На основе фидбэка от преподавателя и своих коллег получат грамотную оценку результата своих творческих и технических работ.

**Количество часов:** 14

**Hard Skills:** информационные технологии, новые знания по физике и механике, новые знания по 3D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

**Soft Skills:** проактивность, пассионарность, межатраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат,

планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

**Место проведения:** Аэроквантум.

### **Тема 5. Подготовка проектных работ**

**Количество часов: 6**

**Hard Skills:** когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

**Soft Skills:** Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

**Место проведения:** Аэроквантум.

### **Тема 6. Защита проектов**

**Количество часов: 2**

**Hard Skills:** когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

**Soft Skills:** Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

**Место проведения:** Аэроквантум.

## 5. Календарный учебный график программы

### Модуль первого года обучения

№ занятия	Тема занятия	Теория	Практика	Количество часов	Планируемая дата	Фактич. дата	Формы контроля
<b>Вводный модуль</b>							
<b>Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)</b>		<b>27</b>	<b>4</b>	<b>31</b>			
1	Вводная лекция о содержании курса.	2	0	2			Наблюдение, опрос детей
1-2	Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления	1	3	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
3-5	Принципы управления и строение мультикоптеров	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
5-6	Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
7	Основы техники безопасности полётов Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. Литий-ионные аккумуляторы.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
8	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	1	1	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
9	Технология пайки. Техника безопасности.	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
10-11	Обучение пайке.	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
12-15	Визуальные полёты на симуляторе	8	0	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
<b>Сборка и настройка квадрокоптера</b>		<b>6</b>	<b>28</b>	<b>34</b>			
16	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей



17	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
18-19	Сборка рамы квадрокоптера.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
20-21	Пайка ESC (электронного регулятора скорости), ВЕС (преобразователя питания) и силовой части.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
22-25	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
26	Инструктаж по технике безопасности полетов.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
27-28	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
29-33	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
34-36	<b>Подготовка проектных работ</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
37	<b>Защита проектов</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	<b>Углубленный модуль</b>						
	<b>Основы векторной графики</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>22</b>			
38	Инструменты для работы с эскизами	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
39-40	Построение и работа с эскизами	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
41-42	Формирование простых объектов	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
44-45	Формирование сложных объектов	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
46-47	Перевод растровых изображений в	2	2	4			Наблюдение,

	векторные						опрос детей, анализ работ
48-49	Работа с палитрой цветов и заливками	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	<b>Основы лазерной резки</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>16</b>			
50-51	Построение чертежей для резки на лазерном станке с помощью векторной графики	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
52-53	Резка и сборка полученных изделий	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
54	Проверка на прочностные характеристики и выполняемые функции	1	1	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
55-56	Переработка модели и повторная резка	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
57	Вывод и закрепление навыков лазерной резки	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
	<b>Основы 3D моделирования</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>14</b>			
58	Виды программ для 3Dмоделирования	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
59-60	Инструменты для работы с трехмерными фигурами	1	3	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
61	Основы построения объемных фигур	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
62	Простые фигуры (куб, пирамида, шар и т.д.)	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
63-64	Выполнение индивидуального задания по построению трехмерных объектов	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	<b>Изучения принципа работы 3D принтера</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>14</b>			
65-66	Форматы печати трехмерных объектов. Конвертация форматов для печати и настройки печати.	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
67-68	Позиционирование изделий для печати. Выбор оптимальной ориентации объекта для увеличения прочностных характеристик.	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
69-70	Печать на 3D принтере.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей,

							анализ работ
71-73	<b>Подготовка проектных работ</b>	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
74	<b>Защита проектов</b>	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>	<b>84</b>	<b>144</b>			

### 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 Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в Биоквантуме.
7. Проектирование квадрокоптера-транспортировщика.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
10. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.
- 11.

### 6. Календарный план воспитательной работы

Сроки проведения	Название мероприятия, события	Форма проведения	Направление / Практический результат и информационный продукт, иллюстрирующий успешное достижение цели события
Сентябрь	Всероссийская неделя безопасности дорожного движения	Беседа	Профилактическое/ фотоотчет
Октябрь	Международный день учителя (5 октября)	Информационно-познавательная беседа	Профессиональное фотоотчет
Октябрь	День отца (3-е воскресенье октября)	Викторина	Работа с семьей фотоотчет
Ноябрь	День народного единства (4 ноября)	Интеллектуальная игра	Патриотическое фотоотчет
Ноябрь	Неделя технической направленности	Интеллектуальная игра	фотоотчет
Декабрь	Всероссийский технологический диктант - 2023	Онлайн тест	Интеллектуальное фотоотчет сертификаты

			участия
Декабрь	Новый Год (1 января)	Творческое задание	Духовно-нравственное фотоотчет
Январь	День детских изобретений (17 января)	Викторина	Интеллектуальное фотоотчет
Февраль	День российской науки	Информационно-познавательная беседа	Патриотическое фотоотчет
Март	ИНЖЕНЕРНЫЕ Каникулы	Образовательный интенсив	Интеллектуальное фотоотчет
Апрель	Час истории «Космос - это мы!»	Викторина	Патриотическое фотоотчет
Май	Защита творческих проектов	Презентация проектов	Интеллектуальное фотоотчет

## 7. Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения программы, обучающиеся должны

### знать:

- основы аэродинамики
- технологию и навыки конструирования;
- основы радиоэлектроники и схемотехники, программирования

микроконтроллеров.

### уметь:

- моделировать и конструировать БАС;
- самостоятельно работать в учебно-познавательной деятельности;
- техническое мыслить;
- вести научно-исследовательскую, инженерно-конструкторскую и проектную деятельность;
- продуктивно работать в команде;
- планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его;
- выполнять задачи усидчиво, настойчиво, с терпением и самоконтролем.

## 8. Оценочные материалы программы

№	Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Возможное количество баллов	Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов
1.	Знание основ аэродинамики. Умение моделировать и конструировать БПЛА	Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям  Осмысленность и правильность использования специальной терминологии	обучающийся полностью владеет указанным навыком или знаниями, умеет самостоятельно и качественно применять на практике, может грамотно объяснить педагогу и другим обучающимся;  имеются несущественные недочеты в теории либо практических работах, обусловленные прежде всего недостатком опыта;  знания и умения на базовом уровне, но регулярно требуется контроль и помощь со стороны педагога и других обучающихся;  знания и умения недостаточны, требуется постоянный контроль;  имеются некоторые обрывочные знания и умения, но присутствует мотивация к их получению;	5 баллов  4 балла  3 балла  2 балла  1 балл	Наблюдение, тестирование
2.	Знание технологии конструирования БПЛА.	Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Наблюдение, тестирование
3.	Знание основ радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Собеседование, Контрольное задание

4.	Умение самостоятельно работать в учебно-познавательной деятельности.	Самостоятельность в подборе и анализе литературе  Самостоятельность в использовании компьютерными источниками информации  Самостоятельность в учебно-исследовательской работе	уровни – по аналогии с п. 1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Анализ  Исследовательские работы  Наблюдение
5.	Умение технически мыслить и творчески подходить к работе	Креативность в выполнении заданий	уровни – по аналогии с п. 1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание
6.	Сформированные навыки научно- исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности	Собственный либо командный проект	уровни – по аналогии с п. 1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Защита проекта
7.	Умение продуктивно работать в команде	Отсутствие конфликтов с другими участниками команды  Знание своей роли в работе команды	уровни – по аналогии с п. 1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Наблюдение  Командная игра
8.	Умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его	Четкие временные рамки каждого шага на пути к результату	уровни – по аналогии с п. 1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание
9.	Наличие у ребенка организационно-волевых качеств личности для успешной деятельности, таких как усидчивость, настойчивость, терпение,	Усидчивость и настойчивость при выполнении контрольных заданий	уровни – по аналогии с п. 1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание

	самоконтроль				
--	--------------	--	--	--	--

## **9. Формы обучения, методы, приемы, педагогические технологии**

**Формы занятий:**наблюдение, тестирование, контрольный опрос (устный), анализ контрольного задания, собеседование (групповое, индивидуальное), самостоятельно выполненная, выставляемая после занятия в шкафах-витринах кружковой комнаты.

### **Методы и приемы организации образовательного процесса:**

#### **Методы:**

- научности;
- доступности (обучающимся);
- результативности;
- воспроизводимости (другими педагогами);
- эффективности.

#### **Приёмы:**

- приёмы работы с текстовыми источниками информации;
- приёмы работы со схемами;
- приёмы работы с иллюстративными материалами;
- игровые приёмы;
- вербальные приёмы обучения.

#### **Педагогические технологии:**

-здоровьесберегающие(направлены на максимальное укрепление здоровья обучающихся);

-лично-ориентированные (в центре внимания которых – неповторимая личность, стремящаяся к реализации своих возможностей и способная на ответственный выбор в разнообразных жизненных ситуациях);

- игровые (обладают средствами, активизирующими и интенсифицирующими деятельность учащихся. В их основу положена педагогическая игра как основной вид деятельности, направленный на усвоение общественного опыта);

- технологии коллективной творческой деятельности (предполагают



организацию совместных действий, коммуникацию, общение, взаимопонимание, взаимопомощь, взаимокоррекцию);

- коммуникативные (обучение на основе общения. Участники обучения - педагог - ребенок. Отношения между ними основаны на сотрудничестве и равноправии).

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие 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 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 полетного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);

управление квадрокоптером.

## 10. Методическое обеспечение программы

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория беспилотных	Лекция, дискуссия	Беседа по теме	Записи в тетрадях,	Интерактивная доска,	Полёт на симуляторе

летательных аппаратов (БПЛА) Основы управления. Полёты на симуляторе	Практическое занятие	занятия, индивидуальная работа с ПО	справочный материал из ПО для полетов	ноутбук с ПО, RC-пульт	
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноручно собранном квадрокоптере
Установка и настройка, FPV – оборудование	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	Выполнение полётов с FPV-оборудованием
Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал ПО Python	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, МК RaspberryPy	Полет квадрокоптера в автономном режиме
Знакомство с системой глобального позиционирования	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, комплект GPS	Полет квадрокоптера по заданному маршруту
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадях	Ноутбук, интерактивная доска	Защита проекта

## 11. Материально-техническое оснащение программы

№ п / п	Наименование	Назначение/ краткое описание функционала оборудования
<b>1</b>	<b>Учебное (обязательное) оборудование</b>	
1. 1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер,	Набор для сборки квадрокоптера

	радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	
1. 2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица
1. 3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (микрокомпьютер,цифровая видеокамера,ПО)	Комплект для программирования коптера
1. 4	Квадрокоптер	Квадрокоптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования
1. 5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе	Коптер для обучение азросъёмке, настройке и обслуживанию БПЛА и полетам по маршруту с помощью GPS
1. 6	Учебная БПЛА самолетного типа	БПЛА для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов
<b>2</b>	<b>Компьютерное оборудование</b>	
2. 1	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА
2. 2	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком
2. 3	Кабель для симулятора полетов	Работа с симулятором визуальных и FPV полетов
2. 4	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков
2. 5	МФУ	Многофункциональное устройство
2. 6	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель
<b>3</b>	<b>Презентационное оборудование</b>	
3. 1	Интерактивная доска	Подача информационного материала
3. 2	Настенное крепление	Крепление интерактивной доски
<b>4</b>	<b>Мебель</b>	
4. 1	Комплект мебели	Размещение учеников в учебном кабинете

4. 2	Металлические столы для пайки и резки листовых материалов	Пайка компонентов БПЛА, самостоятельное изготовление деталей БПЛА.
4. 3	Светильник настольный галогеновый	Освещение
4. 4	Корзины для мусора	Сбор мусора и прочих непищевых отходов
<b>5</b>	<b>Инструмент</b>	
<b>5. 1</b>	Паяльный набор(паяльник, припой, канифоль, перчатки, очки)	Пайка проводов и компонентов БПЛА
<b>5. 2</b>	Набор ручного инструмента (пассатижи, бокорезы, пинцет, канцелярский нож)	Приспособления для более удобной пайки
<b>5. 3</b>	Набор инструмента для обработки деталей (тиски, надфили, канцелярский нож, металлическая линейка)	Раскрой и обработка листовых материалов для создания собственных деталей БПЛА

## 12.Список используемой литературы

1. Голубев Ю.А., Камышев Н.И. Юному авиамodelисту. М: «Просвещение»2011г.
2. Громов М. Через всю жизнь. М.: «Молодая гвардия»2015 г.
3. Ермаков А.М. Простейшие авиамodelи. М: «Просвещение»2014 г.
4. Заверотов В.А. От идеи до модели. М: «Просвещение»2000г.
5. Кононов Н.Т., Назаров А.И., Наумов Н.С. Авиамodelи чемпионов. М.:ДОСААФ 2005г.
6. Костенко В.К., Столяров Ю.С. Мир моделей. М.:ДОСААФ 2008г.
7. Миль Г. Электрические приводы для моделей. М.:ДОСААФ 2010г.
8. Павлов А.П. Твоя первая модель. М.:ДОСААФ 2007г.
9. Яковлев Ф. Цель жизни. М.Издательство политической литературы. 20081 г.
10. 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> (дата обращения 20.04.2014).
11. 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> (Дата обращения 20.10.15)
12. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15)
13. Валерий Яценков. Электроника. «Твой первый квадрокоптер. Теория и практика». <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298>
14. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа:

[http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodtnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf)(дата обращения 31.10.2016).

15. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.

16. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 31.10.2016).

17. 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

18. 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> (дата обращения 31.10.2016).

19. 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.

20. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.

21. 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

22. Лекции от «Коптер-экспресс»  
<https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>, <http://alexgyver.ru/quadcopters/>,  
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. 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". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

**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.

### **Приложение 2. Примерные темы проектов**

12. Моделирование квадрокоптера.
13. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
14. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
15. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
16. Организация гонки квадрокоптеров.
17. Применение квадрокоптеров в Геоквантуме.
18. Проектирование квадрокоптера-транспортровщика.
19. Автономный полет по заданной траектории.
20. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
21. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.

### **Приложение 3. Пример кейса**

**Название кейса:** Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»

#### **Описание реальной ситуации (кейса)**

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

#### **Общие вопросы**



- Что такое БПЛА?
- Как устроен и работает БПЛА?
- Какие данные он позволяет получить?
- Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

#### **Термины:**

- Аэросъемка
- Носители и полезная нагрузка
- Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- Фотомозаика
- Ортофотоплан

#### **Материалы:**

- Компьютер
- Интернет
- Архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (AgisoftPhotoscan)
- Квадрокоптер
- Фотоаппарат
- Штатив
- Google Maps
- Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки