

Государственное областное автономное образовательное учреждение  
«Центр поддержки одаренных детей «Стратегия»  
Детский технопарк «Кванториум»

Рассмотрена и принята на заседании  
Педагогического совета ГАОУ «Центр  
поддержки одаренных детей «Стратегия»

Протокол от 28.08.2020 г. № 1



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ГАОУ «Центр поддержки  
одаренных детей «Стратегия»  
В.В.Моргачев

Приказ от 28.08.2020 № 96-п

**Дополнительная общеразвивающая программа  
технической направленности  
"Аэроквантум» (Линия - 0)**

Возраст обучающихся: 13-16 лет.

Срок реализации: 1 год.

Авторы программы:

Злобин М.С., педагог дополнительного  
образования,

Орехов Н.В., педагог дополнительного  
образования,

Армашов Д.О., методист

г. Липецк, 2020

## Содержание

<i>I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА</i> .....	4
1.1 Направленность программы .....	4
1.2 Актуальность программы .....	4
1.3 Отличительные особенности программы .....	4
1.4 Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы .....	4
1.5 Объем и срок освоения программы .....	5
1.6 Форма обучения – очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (при необходимости).....	5
1.7 Особенности организации образовательного процесса.....	5
1.8 Цель и задачи программы .....	6
<i>II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН</i> .....	9
<i>III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН</i> .....	10
Модуль 1 «Введение».....	13
Модуль 2 «Основы электричества» .....	14
Модуль 3 «Сборка БПЛА».....	15
Модуль 4 «FPV – оборудование».....	17
Модуль 5 «САД – моделирование» .....	18
Модуль 6. «Основы программирование микроконтроллеров».....	20
Модуль 7. Основы проектной деятельности.....	23
Модуль 8. Математика. ....	23
<i>V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ</i> .....	24
<i>VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ</i> .....	32
<i>РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ</i> .....	32
6.1 Планируемые результаты освоения программы .....	32
6.2 Способы и формы проверки результатов освоения программы.....	34
6.3 Форма подведения итогов реализации .....	35
<i>VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</i> .....	35
7.1. Особенности организации учебного процесса и учебных занятий .....	35
7.2. Дидактические материалы .....	35
7.3. Организационно-педагогические и кадровые условия .....	35
7.4. Материально-техническое обеспечение.....	36

<i>VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</i> .....	37
<i>Приложение 1</i> .....	40
Таблица 1. Модель разноуровневой образовательной программы «Аэроквантум».....	40
Таблица 2. Мониторинг результатов обучения ребёнка.....	44
по дополнительной образовательной программе .....	44
Таблица 3. Индивидуальная карточка учёта результатов обучения ребёнка .....	49
по дополнительной образовательной программе .....	49
Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного .....	51
содержания образовательной программы .....	51
<i>Приложение 2</i> .....	53
<i>Приложение 3</i> .....	54
<i>Приложение 4</i> .....	56

# **I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1 Направленность программы**

Дополнительная общеразвивающая программа «Аэроквантум. Линия 0» имеет техническую направленность.

## **1.2 Актуальность программы**

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, к 2015 году рынок БПЛА уже оценивался в 127 млрд долларов США<sup>1</sup> и продолжает активно развиваться. 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.

## **1.3 Отличительные особенности программы**

Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

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 БПЛА. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БПЛА.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми 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.

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

В реализации данной программы участвуют обучающиеся 5-11 класса.

---

<sup>1</sup> По информации PowerwaterhouseCoopers

## **1.5 Объем и срок освоения программы**

Срок реализации программы – 1 год. Программа рассчитана на 36 недель; 6 часов в неделю; всего – 216 учебных часов в год. Количество занятий в неделю – 2 (3 академических часа) или 3 (2 академических часа). Занятия построено по принципу 40 минут работы, 10 минут отдыха или смены деятельности.

**1.6 Форма обучения** – очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (при необходимости).

## **1.7 Особенности организации образовательного процесса**

Образовательный процесс (занятия) осуществляется в группах детей разного возраста. Состав группы постоянный; количество обучающихся в группе – 12-15 человек.

Программа предоставляет обучающимся возможность освоения учебного содержания занятий с учетом их уровней общего развития, способностей, мотивации. В рамках программы предполагается реализация параллельных процессов освоения содержания программы на разных уровнях доступности и степени сложности, с опорой на диагностику стартовых возможностей каждого из участников. Содержание, предлагаемые задания и задачи, предметный материал программы дополнительного образования детей организованы в соответствии со следующими уровнями сложности:

1) «Начальный уровень». Участнику предлагается знакомство с основными представлениями, не требующими владения специализированными предметными знаниями и концепциями, участие в решении заданий и задач, обладающих минимальным уровнем сложности, необходимым для освоения содержания программы.

2) «Базовый уровень». Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование специализированных предметных знаний, концепций.

3) «Продвинутый уровень». Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование сложных, специализированных предметных знаний, концепций (возможно требуется корректное использование концепций и представлений из разных предметных областей), научиться документировать ход работы и результаты.

## 1.8 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:**

Начальный уровень:

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;
- формирование представлений о проведении математических расчетов с помощью программ;
- формирование представлений о презентации проекта в разделе математики;

Базовый уровень:

Обучающие:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;
- ознакомление и умение применить комплекс базовых технологий, применяемых при создании БПЛА;
- реализация 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;
- формирование представлений о проведении математических расчетов с помощью программ;
- формирование представлений о презентации проекта в разделе математики;

Продвинутый уровень:

Обучающие:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;
- ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании БПЛА;
- реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;
- реализация проектов в сфере БПЛА;

Развивающие:

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

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;
- формирование представлений о проведении математических расчетов с помощью программ;
- формирование представлений о презентации проекта в разделе математики;

## II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов и тем		Общее количество часов	В том числе			Форма контроля
			теоретических	практических	проектных	
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1. Введение	Н	6	4	2	0	Тест
	Б	6	4	2	0	Тест
	У	6	4	2	0	Мини-проект
2. Основы электричества	Н	15	8	4	3	Проект-проба + тест
	Б	15	6	6	3	Проект-проба + тест
	У	15	4	4	7	Проект-проба + тест
3. Сборка БПЛА	Н	33	13	13	7	Проект-проба + тест
	Б	33	10	16	7	Проект-проба + тест
	У	33	8	16	9	Проект-проба + тест
4. FPV оборудование	Н	9	6	3	0	Контрольный полет + тест
	Б	9	3	3	3	Контрольный полет + тест
	У	9	2	4	3	Контрольный полет + тест
5. CAD – моделирование	Н	15	9	3	3	Проект-проба + тест
	Б	15	6	6	3	Проект-проба + тест
	У	15	3	6	6	Проект-проба + тест
6. Основы программирования микроконтроллеров	Н	42	20	12	10	Контрольный полет + тест
	Б	42	12	20	10	Контрольный полет + тест
	У	42	10	12	20	Контрольный полет + тест

7. Основы проектной деятельности	Н	72	12	20	40	Проект
	Б	72	12	20	40	Проект
	У	72	12	20	40	Проект
8. Математика	Н	24	12	12	0	Настройка + тест
	Б	24	10	10	4	Проект + тест
	У	24	8	8	8	Проект + тест
<b>Итого часов:</b>		<b>216</b>				

*Н – начальный уровень,*

*Б – базовый уровень*

*У – углубленный уровень*

### III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Название разделов и тем	Кол-во часов	Кейс, раскрывающий содержание темы
<b>Введение - 6</b>			
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. Правовые основы. Техника безопасности.	3	Кейс 0
2.	Виды и строение БПЛА. Аэродинамика – наука о полете	3	Кейс 0
<b>Основы электричества – 15</b>			
3.	Основные понятия электричества.	3	Кейс 2
4.	Сборка элементарных цепей.	3	Кейс 2
5.	Работа с мультиметром.	3	Кейс 2
6.	Основы пайки. Техника безопасности при выполнении пайки.	6	Кейс 2
<b>Сборка БПЛА – 33</b>			
7.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	3	Кейс 2
8.	Виды двигателей. Устройство коллекторных и бесколлекторных двигателей.	3	Кейс 2

9.	Устройство электронного регулятора скорости (ESC).	3	Кейс 2
10.	Плата разводки питания. Аккумуляторы.	3	Кейс 2
11.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	3	Кейс 2
12.	Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.	3	Кейс 2
13.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	3	Кейс 3
14.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	3	Кейс 3
15.	Учебные полеты. Удержание высоты.	3	Кейс 3
16.	Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	3	Кейс 3
17.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	3	Кейс 3
<b>FPV – оборудование – 9</b>			
18.	Оборудование для видеотрансляции. Виды и характеристики.	3	Кейс 2
19.	Оборудование для видеотрансляции. Установка и настройка.	3	Кейс 2
20.	Учебные полеты с использованием FPV.	3	Кейс 3
<b>CAD – моделирование - 15</b>			
21.	Знакомство с программами для CAD – моделирования	3	Кейс 4
22.	Моделирование деталей на плоскости. Подготовка электронных чертежей деталей к изготовлению	3	Кейс 4
23.	Моделирование объемных деталей. Базовые инструменты.	3	Кейс 4
24.	Моделирование объемных деталей. Булевы операции. Фаски и скругление. Построение плоскостей.	3	Кейс 4
25.	Моделирование объемных деталей. Объединение деталей в сборку. Подготовка объемных деталей к печати на 3D принтере.	3	Кейс 4
<b>Основы программирования микроконтроллеров – 42</b>			
26.	Основы программирования. Платформа Arduino.	3	Кейс 5
27.	Управление светодиодом.	3	Кейс 5
28.	Управление RGB светодиодом.	3	Кейс 5
29.	Работа с кнопкой.	3	Кейс 5
30.	Использование бузера.	3	Кейс 5

31.	Фоторезистор.	3	Кейс 5
32.	Термодатчик.	3	Кейс 5
33.	Управление двигателем постоянного вращения	3	Кейс 5
34.	Управление шаговым двигателем	3	Кейс 5
35.	Управление серводвигателем.	3	Кейс 5
36.	Ультразвуковой датчик расстояния.	3	Кейс 5
37.	Вывод информации на LCD экран.	3	Кейс 5
38.	Управление элементами электрической цепи с помощью транзистора.	3	Кейс 5
39.	Работа с RGB – лентой.	3	Кейс 5
<b>Основы проектной деятельности – 72</b>			
40.	Проектная деятельность. Введение.	3	-
41.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	6	-
42.	Проектная деятельность. Цели и задачи.	6	-
43.	Проектная деятельность. Разработка решения.	15	-
44.	Проектная деятельность. Прототипирование	24	-
45.	Проектное обучение. Испытания.	12	-
46.	Проектное обучение. Представление.	6	-
<b>Математика - 24</b>			
47.	Простая геометрия. Фигуры на плоскости	2	-
48.	Простая геометрия. Основные формулы.	2	-
49.	Простая геометрия. Практическое применение.	2	-
50.	Графы. Наглядное описание. Основные типы	2	-
51.	Графы. Области применения	2	-
52.	Графы. Практическое применение.	2	-
53.	Теория множеств. Операции над множествами	2	-
54.	Математическая логика	2	-
55.	Теория множеств. Практическое применение	2	-
56.	Комбинаторика.	2	-
57.	Событие. Понятие вероятности	2	-
58.	Теория вероятностей. Практическое применение.	2	-

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

##### Модуль 1 «Введение»

Название темы	Содержание обучения
1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. Правовые основы. Техника безопасности.  2. Виды и строение БПЛА. Аэродинамика – наука о полете.	Основы аэродинамики, изучение истории и строения БПЛА. Изучение правового законодательства.

**Тема 1. Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. Правовые основы. Техника безопасности.** Теория: История БПЛА. Россияне, повлиявшие на направление. Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения.

Практика:

- 1) Полет на хобби-квадрокоптерах, взлет и посадка.
- 2) Полет на хобби-квадрокоптерах, полет по кругу.
- 3) Полет на хобби-квадрокоптерах, полоса препятствий.
- 4) Рассмотрение спорных ситуаций.
- 5) Рассмотрение примеров нарушений. Юридическая ответственность.

**Тема 2. Виды и строение БПЛА. Аэродинамика – наука о полете.**

Теория: Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера. Законы аэродинамики.

Практика:

- 1) Полет на хобби-квадрокоптерах, полет по кругу.
- 2) Полет на хобби-квадрокоптерах, полоса препятствий.
- 3) Полет на хобби-квадрокоптерах, полет через кольца.
- 4) Сборка обычного бумажного самолета.
- 5) Сборка бумажного самолетика-планера.
- 6) Решение простейших задач по аэродинамике.

## Модуль 2 «Основы электричества»

Название темы	Содержание обучения
1. Основные понятия электричества. 2. Сборка элементарных цепей. 3. Работа с мультиметром. 4. Основы пайки. Техника безопасности при выполнении пайки.	Знакомство с основными понятиями и устройствами электрических устройств.

### Тема 1. Основные понятия электричества.

Теория: Электричество. Закон Ома. Последовательное и параллельное подключение элементов цепи.

Практика:

- 1) Светящийся диод.
- 2) Светящийся диод и расчет характеристик.
- 3) Два светящихся диода, соединенных последовательно, с расчетом характеристик.

### Тема 2. Сборка элементарных цепей.

Теория: Изучение устройства базовых элементов цепи: светодиод, кнопка, резистор, транзистор, конденсатор.

Практика:

- 1) Сборка цепи, состоящей из светодиодов, резисторов и кнопок.
- 2) Сборка цепи, состоящей из светодиодов, резисторов, кнопок и транзисторов.
- 3) Сборка цепи, состоящей из всех изученных элементов цепи.

### Тема 3. Работа с мультиметром.

Теория: Принципы работы с мультиметром.

Практика:

- 1) Собрать цепь начального уровня и измерить ее характеристики.
- 2) Собрать цепь базового уровня и измерить ее характеристики.
- 3) Собрать цепь продвинутого уровня и измерить ее характеристики.

### Тема 4. Основы пайки. Техника безопасности при выполнении пайки.

Теория: Основы для начинающих, техника безопасности, технология, виды и материалы, тонкости.

Практика:

- 1) Распайка микросхем.
- 2) Пайка контактов.
- 3) Сборка электрической цепи.

### Модуль 3 «Сборка БПЛА»

Название темы	Содержание обучения
1) Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка. 2) Виды двигателей. Устройство коллекторных и бесколлекторных двигателей. 3) Устройство электронного регулятора скорости (ESC). 4) Плата разводки питания. Аккумуляторы. 5) Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка. 6) Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления. 7) Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе. 8) Учебные полеты. Взлет и посадка. 9) Учебные полеты. Удержание высоты. 10) Учебные полеты. Движение в разных плоскостях. 11) Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	Основные компоненты квадрокоптера и принципы его сборки.

#### **Тема 1. Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.**

Теория: Разновидности рам для квадрокоптеров.

Практика: Сборка рамы для квадрокоптера.

- 1) Сборка рамы из учебного набора.
- 2) Проектирование и сборка собственной рамы.
- 3) Проектирование и сборка собственной рамы, а также совершение расчетов.

#### **Тема 2. Виды двигателей. Устройство коллекторных и бесколлекторных двигателей.**

Теория: **Виды двигателей. Устройство коллекторных и бесколлекторных двигателей.**

Практика:

- 1) Установка двигателей на квадрокоптер.
- 2) Установка двигателей на квадрокоптер, расчет полезной нагрузки.
- 3) Установка двигателей на квадрокоптер, расчет характеристик квадрокоптера.

#### **Тема 3. Устройство электронного регулятора скорости (ESC).**

Теория: **Устройство электронного регулятора скорости (ESC)**  
Практика:

- 1) Установка электронных регуляторов скорости на квадрокоптер.
- 2) Подбор и установка электронных регуляторов скорости на квадрокоптер.
- 3) Подбор и установка электронных регуляторов скорости на квадрокоптер, а также перепрошивка ПО.

#### **Тема 4. Плата разводки питания. Аккумуляторы.**

Теория: Устройство платы разводки питания. Устройство АКБ.

Практика:

- 1) Установка платы разводки питания.
- 2) Установка платы разводки питания и конденсатора.
- 3) Установка платы разводки питания, конденсатора и стабилизатора питания.

#### **Тема 5. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.**

Теория: Устройство полетного контроллера.

Практика:

- 1) Установка полетного контроллера.
- 2) Установка полетного контроллера с подключением дополнительных устройств.
- 3) Установка полетного контроллера с подключением дополнительных устройств, разработка и установка демпферной площадки.

#### **Тема 6. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.**

Теория: **Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.**

Практика:

- 1) Настройка ПО на полетном контроллере и привязка аппаратуры управления.
- 2) Расширенная настройка ПО на полетном контроллере и привязка аппаратуры управления.
- 3) Расширенная настройка ПО на полетном контроллере и привязка аппаратуры управления, установка режима failsafe.

#### **Тема 7. Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.**

Теория: **Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.**

Практика:

- 1) Свободный полет в режиме stabilize.
- 2) Полет по трассе в режиме stabilize.
- 3) Полет по трассе в режиме acro.

#### **Тема 8. Учебные полеты. Взлет и посадка.**

Теория: **Учебные полеты. Взлет и посадка.**

Практика:

- 1) Взлет и посадка при помощи наставника в режиме stabilize.

- 2) Взлет и посадка без помощи наставника в режиме stabilize.
- 3) Взлет и посадка в режиме асро.

#### **Тема 9. Учебные полеты. Удержание высоты.**

Теория: **Учебные полеты. Удержание высоты.**

Практика:

- 1) Удержание высоты при помощи наставника в режиме stabilize.
- 2) Удержание высоты без помощи наставника в режиме stabilize.
- 3) Удержание высоты в режиме асро.

#### **Тема 10. Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.**

Теория:

Практика:

- 1) Движение в разных плоскостях при помощи наставника в режиме stabilize.
- 2) Движение в разных плоскостях без помощи наставника в режиме stabilize.
- 3) Движение в разных плоскостях в режиме асро.

#### **Тема 11. Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.**

Теория:

Практика:

- 1) Прохождение трассы при помощи наставника в режиме stabilize.
- 2) Прохождение трассы без помощи наставника в режиме stabilize.
- 3) Прохождение трассы в режиме асро.

### **Модуль 4 «FPV – оборудование»**

<b>Название темы</b>	<b>Содержание обучения</b>
1. Оборудование для видеотрансляции. Виды и характеристики. 2. Оборудование для видеотрансляции. Установка и настройка. 3. 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. Оборудование для видеотрансляции. Установка и настройка.**

Теория: Сигнал радиопередачи, устройство приемника.

Практика:

- 1) Установка и подключение.
- 2) Выбор наилучшего канала для видеотрансляции.
- 3) Улучшение видеосвязи путем установки антенны другого типа.

## **Тема 3. Учебные полеты с использованием FPV.**

Теория: Принципы управления.

Практика:

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

### **Модуль 5 «CAD – моделирование»**

<b>Название темы</b>	<b>Содержание обучения</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Знакомство с программами для CAD – моделирования.</li><li>2) Моделирование деталей на плоскости. Подготовка электронных чертежей деталей к изготовлению.</li><li>3) Моделирование объемных деталей. Базовые инструменты.</li><li>4) Моделирование объемных деталей. Булевы операции. Фаски и скругление. Построение плоскостей.</li><li>5) Моделирование объемных деталей. Объединение деталей в сборку. Подготовка объемных деталей к печати на 3D принтере.</li></ol>	Создание и изготовление плоских и объемных моделей.

## **Тема 1. Знакомство с программами для CAD – моделирования.**

Теория: Знакомство с программами для CAD – моделирования.

Практика:

- 1) Изучение работы с камерой и объектами.
- 2) Изучение работы с камерой и объектами. Настройки экрана отображения.
- 3) Изучение работы с камерой и объектами, привязками. Настройка экрана отображения.

**Тема 2.** Моделирование деталей на плоскости. Подготовка электронных чертежей деталей к изготовлению.

Теория: Моделирование деталей на плоскости. Подготовка электронных чертежей деталей к изготовлению.

Практика:

- 1) Работа с эскизами.
- 2) Работа с эскизами. Создание модели по чертежу.
- 3) Работа с эскизами. Создание модели по прототипу.

1) **Тема 3.** Моделирование объемных деталей. Базовые инструменты.

Теория: Моделирование объемных деталей. Базовые инструменты.

Практика:

- 1) Изучение базовых инструментов для работы с объемными фигурами.
- 2) Изучение продвинутых инструментов для работы с объемными фигурами.
- 3) Изучение продвинутых инструментов для работы с объемными фигурами. Создание сложных фигур.

**Тема 4.** Моделирование объемных деталей. Булевы операции. Фаски и скругление. Построение плоскостей.

Теория: Моделирование объемных деталей. Булевы операции. Фаски и скругление. Построение плоскостей.

Практика:

- 1) Создание фигуры с помощью Булевых операций.
- 2) Создание фигуры с помощью Булевых операций. Обработка фигуры.
- 3) Создание сложной фигуры с помощью построения дополнительных плоскостей. Обработка фигуры.

**Тема 5.** Моделирование объемных деталей. Объединение деталей в сборку. Подготовка объемных деталей к печати на 3D принтере.

Теория: Моделирование объемных деталей. Объединение деталей в сборку. Подготовка объемных деталей к печати на 3D принтере.

Практика:

- 1) Изучение базовых инструментов для сборки объемных моделей.
- 2) Изучение продвинутых инструментов для сборки объемных моделей.
- 3) Построение чертежей к объемным моделям.

## Модуль 6. «Основы программирование микроконтроллеров»

Название темы	Содержание обучения
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Основы программирования. Платформа Arduino.</li><li>2) Управление светодиодом.</li><li>3) Управление RGB светодиодом.</li><li>4) Работа с кнопкой.</li><li>5) Использование бузера.</li><li>6) Фоторезистор.</li><li>7) Термодатчик.</li><li>8) Управление двигателем постоянного вращения .</li><li>9) Управление шаговым двигателем</li><li>10) Управление серводвигателем.</li><li>11) Ультразвуковой датчик расстояния.</li><li>12) Вывод информации на LCD экран.</li><li>13) Управление элементами электрической цепи с помощью транзистора.</li><li>14) Работа с RGB – лентой.</li></ol>	Платформа Arduino. Программирование электронных устройств.

### Тема 1. Основы программирования. Платформа Arduino.

Теория: Основы программирования на Си-подобных языках. Arduino. История, сообщество, предназначение.

Практика:

- 1) Написание программы «Hello, world!».
- 2) Написание программы «Hello, world!» с оператором ввода.
- 3) Написание вычислительной программы для решения арифметических задач.

### Тема 2. Управление светодиодом.

Теория: Синтаксис конструкций для управления светодиодом.

Практика:

- 1) Мини-проект «Мигающая лампа».
- 2) Мини-проект “Полицейская мигалка”.
- 3) Мини-проект “Светофор”.

### Тема 3. Управление RGB светодиодом.

Теория: Устройство. Синтаксис.

Практика:

- 1) Реализация работы RGB – светодиода.
- 2) Мини-проект «Цветная симфония».

3)Мини-проект “Светофор”.

#### **Тема 4. Работа с кнопкой.**

Теория: Устройство. Синтаксис.

Практика:

- 1)Работа с тактовой кнопкой и светодиодом.
- 2)Мини-проект «Поворотник».
- 3)Мини-проект “Выключатель”.

#### **Тема 5. Использование бузера.**

Теория: Принцип работы. Синтаксис.

Практика:

- 1)Реализация работы с пьезоэлементом.
- 2)Мини-проект «Будильник».
- 3)Мини-проект “Драм машина”.

#### **Тема 6. Фоторезистор.**

Теория: Устройства фоторезистора.

Практика:

- 1) Реализация работы фоторезистора.
- 2) Мини-проект Умное освещение.
- 3) Мини-проект Умное управления жалюзи.

#### **Тема 7. Термодатчик.**

Теория: Типы и обработка показаний. Синтаксис.

Практика:

- 1)Реализация работы термодатчика.
- 2)Мини-проект «Метеозависимый диод».
- 3)Мини-проект “Метеозависимый RGB-диод”.

#### **Тема 8. Управление двигателем постоянного вращения.**

Теория: Устройство двигателя постоянного вращения.

Практика:

- 1) Работа с двигателем постоянного вращения.
- 2) Работа с двигателем постоянного вращения с помощью драйвера моторов.
- 3) Сборка драйвера мотора для управления двигателем постоянного вращения.

#### **Тема 9. Управление шаговым двигателем.**

Теория: Устройство шаговых двигателей.

Практика:

- 1) Работа с шаговым двигателем.
- 2) Мини-проект Разделитель
- 3) Мини-проект Радар

### **Тема 10. Управление серводвигателем.**

Теория: Принципиальная схема. Синтаксис при программировании. Особенности программирования и использования.

Практика:

- 1) Реализация работы серводвигателя.
- 2) Мини-проект «Автоматическая дверь».
- 3) Мини-проект “Автоматическая дверь” со световыми индикаторами.

### **Тема 12. Ультразвуковой датчик расстояния.**

Теория: Принцип работы. Синтаксис.

Практика:

- 1) Реализация работы ультразвукового датчика.
- 2) Мини-проект «Световой терменвокс».
- 3) Мини-проект “Турникет метро”.

### **Тема 12. Вывод информации на LCD экран.**

Теория: Принцип работы экрана. Кодировка данных.

Практика:

- 1) Вывод информации различного типа на экран.
- 2) Мини-проект «Экран судьбы».
- 3) Мини-проект “Кликер” с использованием тактовых кнопок.

### **Тема 13. Управление элементами электрической цепи с помощью транзистора.**

Теория: Управление транзистором с помощью микроконтроллера.

Практика:

- 1) Работа с транзистором.
- 2) Работа с транзистором с помощью ШИМ.
- 3) Работа с транзистором по срабатыванию установленного триггера.

### **Тема 14. Работа с RGB – лентой.**

Теория: Устройство RGB - ленты.

Практика:

- 1) Работа с RGB - лентой с помощью библиотеки.

- 2) Анимация RGB - ленты.
- 3) Мини-проект Визуализатор звука.

#### **Модуль 7. Основы проектной деятельности.**

<b>Название темы</b>	<b>Содержание обучения</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Проектная деятельность. Введение.</li> <li>2) Проектная деятельность. Поиск проблем для решения</li> <li>3) Проектная деятельность. Цели и задачи.</li> <li>4) Проектная деятельность. Разработка решения.</li> <li>5) Проектная деятельность. Прототипирование</li> <li>6) Проектное обучение. Испытания.</li> <li>7) Проектное обучение. Представление.</li> </ol>	Изучение основ проектной деятельности.

#### **Модуль 8. Математика.**

<b>Название темы</b>	<b>Содержание обучения</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простая геометрия. Фигуры на плоскости</li> <li>2. Простая геометрия. Основные формулы.</li> <li>3. Простая геометрия. Практическое применение.</li> <li>4. Графы. Наглядное описание. Основные типы</li> <li>5. Графы. Области применения</li> <li>6. Графы. Практическое применение.</li> <li>7. Теория множеств. Операции над множествами</li> <li>8. Математическая логика</li> <li>9. Теория множеств. Практическое применение</li> <li>10. Комбинаторика.</li> <li>11. Событие. Понятие вероятности</li> <li>12. Теория вероятностей. Практическое применение.</li> <li>13. Рефлексия курса</li> </ol>	Изучение основных разделов математики.

## V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ пп	Название тем (разделов)	Обязательный минимум содержания программы	Количество часов	Планируемая дата проведения
<b>Введение</b>				
1.	Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. Правовые основы. Техника безопасности.	Теория: История БПЛА. Россияне, повлиявшие на направление  Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах	3	07.09.2020 13. 09.2020
2.	Виды и строение БПЛА. Аэродинамика – наука о полете	Теория: Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения.  Практика: Рассмотрение статей Воздушного кодекса РФ	3	07.09.2020 13. 09.2020
<b>Основы электричества – 15</b>				
3.	Основные понятия электричества.	Теория: Закон Ома  Практика: Работа с диодами.	3	14.09.2020 20.09.2020
4.	Сборка элементарных цепей..	Теория: Изучение устройства базовых элементов цепи: светодиод, кнопка, резистор, транзистор, конденсатор. Практика: Сборка цепи, состоящей из светодиодов, резисторов и кнопок. Сборка цепи, состоящей из светодиодов, резисторов, кнопок и транзисторов. Сборка цепи, состоящей из всех изученных элементов цепи	3	14.09.2020 20.09.2020
5.	Работа мультиметром.	Теория: Устройство, режимы работы, функционал мультиметра. Устройство тактовой кнопки.  Практика: Работа с тактовой кнопкой и мультиметра.	3	21. 09.2020 04.10.2020

6.	Основы пайки. Техника безопасности при выполнении пайки.	Теория: Основы для начинающих, технология, виды и материалы, тонкости. Практика: Распайка микросхем.	6	21. 09.2020 04.10.2020
<b>Сборка БПЛА – 33</b>				
7.	Рама квадрокоптера. Виды, материалы, сборка.	Теория: конструкция, материалы. Практика: деревянных карбоновых моделирование рамы	3	21. 09.2020 04.10.2020
8.	Виды двигателей. Устройство коллекторных и бесколлекторных двигателей.	Теория: Виды двигателей. Устройство коллекторных и бесколлекторных двигателей. Практика: Установка двигателей на квадрокоптер.	3	05.10.2020 11.10.2020
9.	Устройство электронного регулятора скорости (ESC).	Теория: Устройство электронного регулятора скорости (ESC) Практика: Установка электронных регуляторов скорости на квадрокоптер.	3	05.10.2020 11.10.2020
10.	Плата разводки питания. Аккумуляторы.	Теория: Устройство платы разводки питания. Устройство АКБ. Практика: Установка платы разводки питания.	3	12.10.2020 18.10.2020
11.	Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка.	Теория: Устройство полетного контроллера. Практика: Установка полетного контроллера.	3	12.10.2020 18.10.2020
12.	Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления.	Теория: Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления. Практика: Настройка ПО на полетном контроллере и привязка аппаратуры управления.	3	19.10.2020 25.10.2020

13.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	Теория: иИнструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.Практика: Свободный полет в режиме stabilize.	3	19.10.2020 25.10.2020
14.	Учебные полеты. Взлет и посадка.	Теория: Учебные полеты. Взлет и посадка. Практика: Взлет и посадка при помощи наставника в режиме stabilize.	3	26.10.2020 01.11.2020
15.	Учебные полеты. Удержание высоты	Теория: Учебные полеты. Удержание высоты. Практика: Удержание высоты при помощи наставника в режиме stabilize.	3	26.10.2020 01.11.2020
16.	Учебные полеты. Движение в разных плоскостях.	Теория: Учебные полеты. Движение в разных плоскостях. Практика: Движение в разных плоскостях при помощи наставника в режиме stabilize.	3	02.11.2020 08.11.2020
17.	Учебные полеты. Упражнения на маневрирование.	Теория: Учебные полеты. Движение в разных плоскостях. Практика: Движение в разных плоскостях при помощи наставника в режиме stabilize.	3	02.11.2020 08.11.2020
<b>FPV – оборудование – 9</b>				
18.	Оборудование для видеотрансляции. Виды и характеристики.	Теория:Связь приемник-передатчик, качество передачи. Практика: Настройка FPV. Настройка FPV с OSD. Настройка OSD.	3	09.11.2020 15.11.2020

19.	Оборудование для видеотрансляции. Установка и настройка.	Теория: Сигнал радиопередачи, устройство приемника. Практика: Установка и подключение. Выбор наилучшего канала для видеотрансляции. Улучшение видеосвязи путем установки антенны другого типа.	3	09.11.2020 15.11.2020
20.	Учебные полеты с использованием FPV.	Теория: Принципы управления. Практика: Учебные полеты.	3	16.11.2020 22.11.2020
<b>CAD – моделирование - 15</b>				
21.	Знакомство с программами для CAD – моделирования.	Теория: Знакомство с программами для CAD – моделирования. Практика: Изучение работы с камерой и объектами.	3	16.11.2020 22.11.2020
22.	Моделирование деталей на плоскости. Подготовка электронных чертежей деталей к изготовлению.	Теория: Моделирование деталей на плоскости. Подготовка электронных чертежей деталей к изготовлению. Практика: Работа с эскизами.	3	23.11.2020 29.11.2020
23.	Моделирование объемных деталей. Базовые инструменты.	Теория: Моделирование объемных деталей. Базовые инструменты. Практика: Изучение базовых инструментов для работы с объемными фигурами.	3	23.11.2020 29.11.2020
24.	Моделирование объемных деталей. Булевы операции. Фаски и скругление. Построение плоскостей.	Теория: Моделирование объемных деталей. Булевы операции. Фаски и скругление. Построение плоскостей. Практика: Создание фигуры с помощью Булевых операций.	3	30.11.2020 06.12.2020
25.	Моделирование объемных деталей. Объединение деталей в сборку. Подготовка объемных деталей к печати на 3D принтере.	Теория: Моделирование объемных деталей. Объединение деталей в сборку. Подготовка объемных деталей к печати на 3D принтере. Практика: Изучение базовых инструментов для сборки объемных моделей.	3	30.11.2020 06.12.2020
<b>Основы программирования микроконтроллеров – 42</b>				

26.	Основы программирования. Платформа Arduino.	Теория: Основы программирования на Си-подобных языках. Arduino. История, сообщество, предназначение. Практика: Написание программы «Hello, world!». Написание программы «Hello, world!» с оператором ввода. Написание вычислительной программы для решения арифметических задач.	3	07.12.2020 13.12.2020
27.	Управление светодиодом.	Теория: Синтаксис конструкций для управления светодиодом. Практика: Мини-проект «Мигающая лампа». Мини-проект полицейская мигалка». Мини-проект «Светофор».	3	07.12.2020 13.12.2020
28.	Управление RGB светодиодом.	Теория: Устройство. Синтаксис. Практика: Реализация работы RGB – светодиода. Мини-проект «Цветная симфония». Мини-проект “Светофор”.	3	14.12.2020 20.12.2020
29.	Работа с кнопкой.	Теория: Устройство. Синтаксис. Практика: Работа с тактовой кнопкой и светодиодом. Мини-проект «Поворотник». Мини-проект “Выключатель”.	3	14.12.2020 20.12.2020
30.	Использование бузера.	Теория: Принцип работы. Синтаксис. Практика: Реализация работы с пьезоэлементом. Мини-проект «Будильник». Мини-проект “Драм машина”.	3	21.12.2020 27.12.2020
31.	Фоторезистор.	Теория: Типы и обработка показаний. Синтаксис. Практика: Реализация работы термодатчика. Мини-проект «Метеозависимый диод». Мини-проект “Метеозависимый RGB-диод”.	3	21.12.2020 27.12.2020

32.	Термодатчик.	Теория: Типы и обработка показаний. Синтаксис. Практика: Реализация работы термодатчика.	3	11.01.2021 17.01.2021
33.	Управление двигателем постоянного вращения	Теория: Устройство двигателя постоянного вращения. Практика: Работа с двигателем постоянного вращения.	3	11.01.2021 17.01.2021
34.	Управление шаговым двигателем	Теория: Устройство шаговых двигателей. Практика: Работа с шаговым двигателем	3	18.01.2021 24.01.2021
35.	Управление серводвигателем.	Теория: Принципиальная схема. Синтаксис при программировании. Особенности программирования и использования. Практика: Реализация работы серводвигателя. Мини-проект «Автоматическая дверь» Мини-проект “Автоматическая дверь” с световыми индикаторами.	3	18.01.2021 24.01.2021
36.	Ультразвуковой датчик расстояния.	Теория: Принцип работы. Синтаксис. Практика: Реализация работы ультразвукового датчика. Мини-проект «Световой терменвокс». Мини-проект “Турникет метро”.	3	25.01.2021 31.01.2021
37.	Вывод информации на LCD экран.	Теория: Принцип работы экрана. Кодировка данных. Практика: Вывод информации различного типа на экран. Мини-проект «Экран судьбы» Мини-проект “Кликер” с использованием тактовых кнопок.	3	25.01.2021 31.01.2021
38.	Управление элементами электрической цепи с помощью транзистора.	Теория: Управление транзистором с помощью микроконтроллера. Практика: Работа с транзистором.	3	01.02.2021 07.02.2021

39.	Работа с RGB – лентой.	Теория: Устройство RGB - ленты. Практика: Работа с RGB - лентой с помощью библиотеки.	3	01.02.2021 07.02.2021
<b>Основы проектной деятельности – 72</b>				
40.	Проектная деятельность. Введение.	Работа над проектом	3	08.02.2021 21.02.2021
41.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	Работа над проектом	6	08.02.2021 21.02.2021
42.	Проектная деятельность. Цели и задачи.	Работа над проектом	6	08.02.2021 21.02.2021
43.	Проектная деятельность. Разработка решения.	Работа над проектом	15	22.02.2021 07.03.2021
44.	Проектная деятельность. Прототипирование	Работа над проектом	24	09.03.2021 04.04.2021
45.	Проектное обучение. Испытания.	Работа над проектом	12	05.04.2021 18.04.2021
46.	Проектное обучение. Представление..	Работа над проектом	6	19.04.2021 25.04.2021
<b>Математика - 24</b>				
47.	Простая геометрия. Фигуры на плоскости	Теория: Простая геометрия. Практика: Решение задач	2	26.04.2021 30.04.2021
48.	Простая геометрия. Основные формулы.	Теория: Основные формулы Практика: Решение задач	2	26.04.2021 30.04.2021

49.	Простая геометрия. Практическое применение.	Теория: Практическое применение. Практика: Решение задач	2	26.04.2021 30.04.2021
50.	Графы. Наглядное описание. Основные типы	Теория: Графы. Наглядное описание. Основные типы Практика: Решение задач	2	03.05.2021 07.05.2021
51.	Графы. Области применения	Теория: Графы. Области применения Практика: Решение задач	2	03.05.2021 07.05.2021
52.	Графы. Практическое применение.	Теория: Графы. Практическое применение. Практика: Решение задач	2	03.05.2021 07.05.2021
53.	Теория. Множеств Операции над множествами	Теория: Множеств Операции над множествами Практика: Решение задач	2	03.05.2021 07.05.2021
54.	Математическая логика	Теория: Математическая логика Практика: Решение задач	2	03.05.2021 07.05.2021
55.	Теория множеств. Практическое применение	Теория: Теория множеств Практика: Решение задач	2	10.05.2021 16.05.2021
56.	Комбинаторика.	Теория: Комбинаторика. Практика: Решение задач	2	10.05.2021 16.05.2021
57.	Событие. Понятие вероятности	Теория: Событие. Понятие вероятности Практика: Решение задач	2	10.05.2021 16.05.2021

58.	Теория вероятностей. Практическое применение.	Теория: Теория вероятностей. Практика: Решение задач	2	17.05.2021 30.05.2021
-----	--	---	---	--------------------------

## VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

### 6.1 Планируемые результаты освоения программы

Начальный уровень: **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.
- усвоение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; теории вероятности; теории графов;

**Учащиеся должны уметь:**

- создавать коптеры;
- 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;

Базовый уровень:

**Учащиеся должны знать:**

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;

- базовые конструкции ЯП;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера и других летательных аппаратов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- виды электронных элементов;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- как использовать созданные программы;
- усвоение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; теории вероятности; теории графов;

**Учащиеся должны уметь:**

- создавать коптеры и другие летательные аппараты;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать 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;

**Продвинутый уровень:**

**Учащиеся должны знать:**

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- базовые конструкции ЯП;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера и других летательных аппаратов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- виды электронных элементов;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- как использовать созданные программы;
- усвоение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; теории вероятности; теории графов;

**Учащиеся должны уметь:**

- создавать автономные коптеры и другие летательные аппараты;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;

- программировать и запускать 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).
- оформлять научные работы и технологические листы (документацию).
- умение проводить математические расчеты с помощью программ;
- умение применять математические инструменты в проектной деятельности;

## **6.2 Способы и формы проверки результатов освоения программы**

Виды контроля:

- Текущий контроль – содержание изученного текущего программного материала – в течение учебного года;
- Промежуточная аттестация – освоение отдельной части предмета, курса, дисциплины (модуля) образовательной программы – 14-27 декабря 2020 г.
- Итоговая аттестация – содержание всей образовательной программы в целом – 26 апреля – 16 мая 2020 г.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

Формы подведения итогов:

- выполнение автономных полетов;
- практические работы по сборке и ремонту квадрокоптеров;
- творческое задания (подготовка проектов и его презентация)

### **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».
8. Программирование контроллеров.

### **6.3 Форма подведения итогов реализации**

Портфолио достижений обучающихся, отражающее результативность освоения программы по итогам контрольной работы, защиты проекта и участия в различных конкурсах, олимпиадах, конференциях различных уровней.

## **VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **7.1. 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.

### **7.2. Дидактические материалы**

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

### **7.3. Организационно-педагогические и кадровые условия**

При реализации программы используется сочетание аудиторных и внеаудиторных форм образовательной работы. Наряду с традиционными используются активные и интерактивные методы и приемы, способствующие развитию мотивационной основы познавательной деятельности в процессе реализации программы.

Организация самостоятельной работы обучающихся осуществляется как под руководством педагога, так и с использованием модели внутригруппового шефства и наставничества.

Педагог организует получение обратной связи о текущих результатах образовательной деятельности всех обучающихся, на основе их анализа своевременно

корректирует образовательные подходы в направлении углубления дифференциации и индивидуализации.

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование в области, соответствующей профилю квантума; опыт работы со школьниками разного возраста, высокий личностный и культурный уровень, творческий потенциал. Компетенции: организация собственной работы и поддержание необходимого уровня работоспособности, обучение и развитие наставляемых, обеспечение высокого уровня мотивации наставляемых, оценка и контроль наставляемых, управление образовательными проектами, проведение игропрактических мероприятий.

#### 7.4. Материально-техническое обеспечение

Наименование модулей в соответствии с учебным планом	Оборудование
Модуль 1	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Модуль 2	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Модуль 3	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Модуль 4	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.

Модуль 5	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт., набор «Клевер» - 15 шт, набор «Клевер Сенс» - 15 шт, набор «Эвольвектор. Базовый уровень» - 10 шт., набор «Эвольвектор. Продвинутый уровень» - 10 шт.
Модуль 6	Стол ученический одноместный — 20 шт., стул ученический — 20 шт., стол учителя — 1 шт., стул учителя 1 шт., магнитномаркерная доска — 1 шт.; ноутбук 10 шт., интерактивная доска 1 шт.

## VIII. 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_ajerodnamiki_Riga.pdf">http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf</a>

5	<p>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.</p> <p>Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа:  <a href="http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html">http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html</a></p>
<b>Дополнительная литература</b>	
6	<p>Редакция Tom's Hardware Guide. 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></p>
7	<p>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></p>
8	<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>
9	<p>Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722727. 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>
10	<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>
11	<p>Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.</p>
12	<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>



**Модель разноуровневой образовательной программы «Аэроквантум»**

УРОВНИ	КРИТЕРИИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ
<b>НАЧАЛЬНЫЙ</b>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b>            Усвоение правил техники безопасности;            Освоение основами проектной деятельности, прикладным применением математики и физики, умению применять полученные знания.            Умение работать с опорными схемами, технологическими картами, шаблонами            Изучение терминологии.</p>	<p>Наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация.</p>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b>            Усвоение правил техники безопасности;            Освоение основами проектной деятельности, прикладным применением математики и физики, умению применять полученные знания. Умение работать с опорными схемами, технологическими картами, шаблонами            Изучение терминологии.</p>
	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b>            Умение оценивать правильность, самостоятельно контролировать выполнение технологической последовательности;            Организованность; Общительность;            Самостоятельность;</p>			<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b>            Формирование самостоятельного успешного усвоения учащимися новых знаний, познавательных, коммуникативных действий.</p>

<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b>          формирование нравственных качеств личности;          развитие навыков сотрудничества;          формирование устойчивого познавательного интереса.</p>	<p>Тестирование, наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>Технология оценивания, проблемно-диалогическая технология</p>	<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b>          Знание основных моральных норм, способность к оценке своих поступков и действий других учащихся с точки зрения соблюдения/нарушения моральных норм поведения.</p>
--	--	--	--

<p><b>БАЗОВЫЙ</b></p>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b>          Умение самостоятельно решать задачи в измененных условиях, работать с различными источниками информации, технологическими картами, проходить жизненный цикл проекта Осмысленность и правильность использования специальной терминологии</p>	<p>Целенаправленно е наблюдение, опрос, практическая работа, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация</p>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b>          Умение самостоятельно решать задачи в измененных условиях,          Уметь работать с различными источниками информации          Понимание жизненного цикла проекта. Осмысленность и правильность использования специальной терминологии</p>
	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b>          Способность самостоятельно организовывать процесс работы и учебы, взаимодействовать с товарищами, эффективно распределять и использовать время. Организованность; Общительность; Самостоятельность; Инициативность;</p> <p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b> сформированность внутренней позиции</p>	<p>Тестирование, наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>Технология оценивания, проблемно-диалогический, технологический</p>	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b>          Умение распределять работу в команде, умение выслушать друг друга.          Организация и планирование работы, навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности.</p>

	обучающегося — принятие и освоение новой социальной роли; система ценностных отношений обучающихся к себе, другим участникам образовательного процесса, самому образовательному процессу и его результатам.			ЛИЧНОСТНЫЕ: развитие доверия и способности к пониманию и сопереживанию чувствам других людей;
<b>ПРОДВИНУТЫЙ</b>	<b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Креативность в выполнении практических заданий, решение задачи по новому алгоритму, который еще не использовался на занятиях, либо выполнить новое задание самостоятельно, применив необычный, оригинальный подход (скомбинировав различные алгоритмы). Уметь обрабатывать информацию из различных источников. Осмысленность и правильность использования специальной терминологии.	Целенаправленное наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа	Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация	<b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Углубленные знания по выбранным направлениям, практические умения и навыки, предусмотренные программой (по основным разделам учебно- тематического плана программы); Творческие навыки; Владение специальной терминологией
	<b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Развитие умения самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве познавательных творческих навыков; Организованность; Общительность; Самостоятельность;	Логические и проблемные задания, портфолио учащегося; творческие задания; наблюдение,	Технологический; Проективный; Частично - поисковый; Метод генерирования идей (мозговой штурм).	<b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b> согласованность действий, правильность и полнота выступлений

Инициативность	собеседование, анкетирование, педагогический анализ		
<p>ЛИЧНОСТНЫЕ:</p> <p>развитие самоуважения и способности адекватно оценивать себя и свои достижения, умение видеть свои достоинства и недостатки, уважать себя и других, верить в успех;</p>			<p>ЛИЧНОСТНЫЕ:</p> <p>Способность к оценке своих поступков и действий других людей с точки зрения соблюдения или нарушения моральной нормы; Развитая эмпатия.</p>

**Таблица 2. Мониторинг результатов обучения ребёнка  
по дополнительной образовательной программе**

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

разделам учебно-Тематического плана программы)		Максимальный уровень – овладел практически всеми умениями и навыками, предусмотренными программой в конкретный период.	10	
2.2. Интерес к занятиям в	Отсутствие затруднений в	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные	1	Контрольное задание
Детском Объединении	Использовании специального оборудования и оснащения	затруднения при работе с оборудованием.		
		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	Контрольное задание
		Репродуктивный уровень – в основном выполняет задания на основе образца	5	
		Творческий уровень – выполняет практические задания с элементами творчества.	10	
<b>3. Общеучебные умения и навыки ребёнка</b>				
3.1.1 Умение подбирать и Анализировать Специальную Литературу	Самостоятельность в выборе и анализе литературы	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе со специальной литературой, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовательской 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	Самостоятельность в использовании компьютерными источниками информации	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с компьютерными источниками информации, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – работает с компьютерными источниками информации с помощью педагога или	5	

		родителей.		
		Максимальный уровень – работает с компьютерными источниками информации самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.1.3. Умение Осуществлять учебно-исследовательскую работу (писать рефераты, Проводить самостоятельные Учебные Исследования		Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при проведении исследовательской работы, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога	1	Анализ исследовательской работы
		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	Свобода	Минимальный уровень умений.	1	Наблюдение

выступать перед Аудиторией	владения и подачи Обучающимся подготовленной информацией	По аналогии с п.3.1.1.		
		Средний уровень.	5	
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Максимальный уровень.	10	
3.2.3. Умение вести полемику, участвовать в Дискуссии	Самостоятельность в построении Дискуссионного выступления, логика в построении доказательств	Минимальный уровень умений.	1	Наблюдение
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Средний уровень.	5	
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Максимальный уровень.	10	
		По аналогии с п.3.1.1.		
<b>3.3. Учебно-организационные умения и навыки:</b>				
3.3.1. Умение организовать своё рабочее (учебное) место	Способность самостоятельно готовить своё рабочее место к деятельности и убирать его за собой	Минимальный уровень умений.	1	Наблюдение
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Средний уровень.	5	
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Максимальный уровень.	10	
		По аналогии с п.3.1.1.		
3.3.2. Навыки соблюдения в Процессе Деятельности Правил Безопасности	Соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям	Минимальный уровень умений.	1	Наблюдение
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Средний уровень.	5	
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Максимальный уровень.	10	
		По аналогии с п.3.1.1.		
3.3.3. Умение Аккуратно выполнять работу	Аккуратность и ответственность в работе	Минимальный уровень умений.	1	Наблюдение
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Средний уровень.	5	
		По аналогии с п.3.1.1.		
		Максимальный уровень.	10	
		По аналогии с п.3.1.1.		

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.

**Таблица 3. Индивидуальная карточка учёта результатов обучения ребёнка  
по дополнительной образовательной программе**

*(в баллах, соответствующих степени выраженности измеряемого качества)*

Фамилия, имя, отчество обучающегося \_\_\_\_\_

Возраст обучающегося (класс) \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Фамилия, имя, отчество педагога \_\_\_\_\_ Дата  
начала наблюдения \_\_\_\_\_

Показатели	Сроки диагностики					
	Первый год обучения		Второй год обучения		Третий год обучения	
	конец II полу- годия	конец уч.года	конец II полу- годия	конец уч.года	конец II полу- годия	конец уч.года
<b>1. Теоретическая подготовка ребёнка</b>						
<i>1.1 Теоретические знания:</i>						
а)						
б)						
в) и т.д.						
1.2. Владение специальной терминологией						
<b>IX. Практическая подготовка ребёнка</b>						
<i>2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой:</i>						
а)						
б)						
в) и т.д.						
2.2. Владение специальным оборудованием и оснащением						
2.3. Творческие навыки						
<b>3. Общеучебные умения и навыки ребёнка</b>						
<i>3.1. Учебно-интеллектуальные умения:</i>						
а) подбирать и анализировать специальную литературу;						
б) пользоваться компьютерными источниками информации;						
в) осуществлять учебноисследовательскую работу						
<i>3.2. Учебно-коммуникативные умения:</i>						
а) слушать и слышать педагога						
б) выступать перед аудиторией						

в) вести полемику, участвовать в дискуссии						
<i>3.3. Учебно-организационные умения и навыки:</i>						
а) умение организовать своё рабочее (учебное) место;						
б) навыки соблюдения правил безопасности в процессе деятельности;						
в) умение аккуратно выполнять работу						
<b>4.Предметные достижения учащегося:</b>						
4.1. На уровне образовательного Учреждения						
4.2. На муниципальном уровне						
4.3. На всероссийском уровне						
4.4. На международном уровне						
<b>Итого</b>						

**Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного содержания образовательной программы**

<b>Название уровня</b>	<b>НАЧАЛЬНЫЙ</b>	<b>БАЗОВЫЙ</b>	<b>ПРОДВИНУТЫЙ</b>
<b>Способ выполнения деятельности</b>	Репродуктивный	Продуктивный	Творческий
<b>Метод исполнения деятельности</b>	С подсказкой, по образцу, по опорной схеме.	По памяти, по аналогии	Исследовательский
<b>Основные предметные умения и компетенции обучающегося</b>	Освоение основами проектной деятельности, программирования, конструировании, прикладным применением математики и физики, умению применять полученные знания. Умение работать с опорными схемами, технологическими картами, шаблонами	Умение самостоятельно решать задачи в измененных условиях, работать с различными источниками информации, технологическими картами, разрабатывать проекты	Креативность в выполнении практических заданий, решение задачи по - новому алгоритму, который еще не использовался на занятиях, либо выполнить новое задание самостоятельно, применив необычный, оригинальный подход (скомбинировав различные алгоритмы). Умение обрабатывать информацию из различных источников
<b>Деятельность учащегося</b>	Актуализация знаний. Воспроизведение знаний и способов действий по образцам, показанным другими. Произвольное и произвольное запоминание (в зависимости от характера задания).	Восприятие знаний и осознание проблемы. Внимание к последовательности и контролю над степенью реализации задуманного. Мысленное прогнозирование очередных шагов изготовления изделия. Запоминание	Самостоятельная разработка и выполнение творческих проектов. (умения выполнить и оформить эскизы, умения привлечь помощников, презентовать свою работу и т.п.) Самоконтроль в процессе выполнения и самопроверка его результатов. Преобладание произвольного запоминания материала, связанного с заданием.

		(в значительной степени непроизвольное).	
<b>Деятельность педагога</b>	Составление и предъявление задания на воспроизведение знаний и способов умственной и практической деятельности. Руководство и контроль за выполнением.	Постановка проблемы и реализация ее по этапам.	Создание условий для выявления, реализации и осмысления познавательного интереса, образовательной мотивации, построение и реализации индивидуальных образовательных маршрутов. Составление и предъявление заданий познавательного и практического характера на выполнение работы. Сотворчество педагога и обучающегося.

## 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

### **Правила выбора темы и примерные темы проектных работ**

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.

Примеры тем проектов:

1. Разработка коптера с лебедкой
2. Разработка станции автономной зарядки
3. Разработка станции смены аккумулятора

4. Мониторинг линии электропередач
5. Гравитационный крюк
6. Позиционирование в пространстве
7. Коптер для построения 3д модели местности
8. Коптер полицейский
9. Мониторинг пожаров
10. Синхронизация 2х и более коптеров

#### **Перечень критериев оценивания проектов**

1. Постановка цели, планирование путей ее достижения.
2. Постановка и обоснование проблемы проекта.
3. Глубина раскрытия темы проекта.
4. Разнообразие источников информации, целесообразность их использования.
5. Соответствие выбранных способов работы цели и содержанию проекта.
6. Анализ хода работы, выводы и перспективы.
7. Личная заинтересованность автора, творческий подход к работе.
8. Соответствие требованиям оформления письменной части.
9. Качество проведения презентации.
10. Качество проектного продукта.

**Кейс 0: «Знакомство с миром беспилотных авиационных систем»**

**Метод:** игра, лекция.

**Название:** Знакомство с миром беспилотных авиационных систем

**О кейсе:** В рамках данного кейса учащиеся познакомятся между собой, ознакомятся с правилами поведения в ДТ «Кванториум» и правилами работы с оборудованием, а также изучат ознакомительный материал по теме «Мир беспилотных авиационных систем».

**Описание:** Кто же является отцом русской авиации? Когда был осуществлен первый полет на самолете? А на вертолете? Какие виды воздушного транспорта вам известны? Познакомьтесь с миром авиации и попробуйте ответить на все эти вопросы.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Hard skills:**

методы генерирования идей; методы прогнозирования; умение создавать презентацию при помощи специального программного обеспечения.

**Soft skills:**

умение осуществлять поиск и анализ информации; навыки формулирования проблемы; выдвижение гипотезы; умение ставить вопросы; навыки публичных выступлений.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре программы: введение в беспилотные авиационные системы/

Кол-во часов/занятий: 6/3.

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

**Цель:** знакомство с авиацией, постановка задач для аналитической деятельности.

**Что делаем:** знакомимся с авиацией, способами ее использования. Интересуемся у детей, какой вид летательных аппаратов им нравится больше, на основе опроса разбиваем детей на команды. Определяем основные правила работы с оборудованием, находящимся в кабинете. Формируем перечень вопросов для анализа касательно тенденций авиации.

Компетенции: умение осуществлять поиск и анализ информации; навыки формулирования проблемы; выдвижение гипотезы; умение ставить вопросы; навыки публичных выступлений.

Итог занятия: разбиение групп на команды. Перечень идей для решения задач в рамках поставленной проблемной ситуации.

Количество часов: 2

### Часть 2.

Цель: создание аналитического обзора о беспилотных авиационных системах.

Что делаем: отвечаем на вопрос: «Почему же использование автоматизированных беспилотных систем стремительно развивается?» Формализуем ответ в виде аналитической записки, подкреплённой статистической информацией. Формируем своё мнение о внедрении беспилотных авиационных систем. Анализируем текущую ситуацию в мире и в РФ. В командах методом мозгового штурма генерируем идеи о том, как применение беспилотных авиационных систем может повлиять на экономику и социум. Идеи фиксируем в виде аналитических записок. Ставим задачу о создании презентации по записям.

Компетенции: умение генерировать идеи; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Итог занятия: скомпонованные аналитические записки по обсуждённым темам.

Количество часов: 2

### Часть 3.

Цель: презентация итогов работы и обсуждение.

Что делаем: команды презентуют итоги проведённой аналитической работы. Делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия.

Компетенции: основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

Итог занятия: проведены межкомандные презентации результатов работы, отрефлексированы все этапы работы.

Количество часов: 2

Ключевые понятия: беспилотные авиационные системы, автоматизация, тенденция, вектор развития.

Демонстрации: видеоролики про историю БАС, текущие тенденции развития, применение БАС в жизни.

Ход работы над кейсом:

- Вводная лекция
- Демонстрация
- Деление на команды
- Поиск и анализ информации
- Презентация

Метод работы с кейсом: поиск и анализ информации

Минимально необходимый уровень входных компетенций: для прохождения кейса не требуется специальных знаний.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты - презентация, представленная на общем семинаре.

Процедуры и формы выявления образовательного результата: представление результатов аналитической работы.

Необходимые материалы и оборудование: компьютеры, презентационное оборудование

## Кейс 1. «АэроЭкспо»

**О кейсе:** В рамках данного кейса учащиеся познакомятся с миром робототехники, а также изучат историю возникновения летающих роботов и сферы их применения. Помимо знаний, касающихся предметной области квантума, учащиеся узнают о проектной деятельности, подходах и методах, связанных с ней. По результату выполнения кейса, должны получиться идеи учебных проектов, отражающие интересы учащихся в области практических задач робототехники.

**Описание:** Перед разработчиками на начальном этапе создания нового, уникального и полезного для общества продукта часто возникает проблема в неопределенности: а будет ли мой продукт востребован в настоящее время и в ближайшем будущем? Технологии развиваются все быстрее, и, чтобы идти в ногу со временем и создавать инновационные продукты, стоит обратить внимание на новейшие тренды в области робототехники.

### **Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

#### **Hard skills:**

умение искать и анализировать информацию; методы генерирования идей; методы прогнозирования; умение создавать презентацию при помощи специального программного обеспечения.

#### **Soft skills:**

Командная работа; умение аргументировать свою точку зрения и представлять ее публично; навыки публичных выступлений.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре программы: перед учебными модулями.

Кол-во часов/занятий: 6/2.

Место проведения: Аэроквантум.

### **Учебно-тематическое планирование:**

#### Часть 1.

Цель: провести конференцию в формате TED – talks о истории возникновения летающих роботов и сферы их применения.

Что делаем:

1. Рассказываем вводный материал об истории летающей робототехники, отвечаем на вопросы.
2. Рассуждаем на тему “Области применения БПЛА” с участниками конференции.
3. Демонстрируем проекты, основанные на базе БПЛА.

Компетенции: умение анализировать информацию; умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично.

Итог занятия: сформированы базовые знания о БПЛА.

Количество часов: 2

### Часть 2.

Цель: изучить основы проектной деятельности.

Что делаем: отвечаем на вопрос:

1. От демонстрации переходим к материалу по жизненному циклу проекта.
2. Играем в игру дизайн-мышления «Елочная игрушка».
3. Публичное представление результатов игры.

Компетенции: командная работа; умение обобщать информацию и делать умозаключение; умение грамотно формулировать и излагать свои мысли; навыки презентации.

Итог занятия: сформированы базовые знания о подходах и методах проектной деятельности.

Количество часов: 2

### Часть 3.

Цель: провести конференцию разработчиков.

Что делаем: отвечаем на вопрос:

1. Обсудить интересующие области применения БПЛА с учащимися.
2. На основе результатов обсуждения разделить учащихся на команды.
3. Провести метод дизайн-мышления «Мозговой штурм».
4. Обсудить результаты. В ходе обсуждения вместе с учащимися развивать идеи друг друга (дополнение, заимствование и т.д.).
5. Публичное представление идей проектов.

Компетенции: командная работа; умение обобщать информацию и делать умозаключение; умение грамотно формулировать и излагать свои мысли; навыки презентации.

Итог занятия: сформирована идея для учебного проекта.

Количество часов: 2

Ключевые понятия: БПЛА, проектная деятельность, дизайн – мышление, проект, жизненный цикл.

Демонстрации: ролики об истории возникновения БПЛА,

Ход работы над кейсом:

- Проведение форсайт-сессии

- Разбиение на команды
- Построение «Карты будущего»
- Демонстрация и обсуждение «Карты будущего»
- Постановка идей проектов
- Работа над презентацией идей
- Представление идей проектов

Метод работы с кейсом: поиск и анализ информации

Минимально необходимый уровень входных компетенций: для прохождения кейса не требуется специальных знаний.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – презентация проектной идеи.

Процедуры и формы выявления образовательного результата: представление результатов аналитической работы.

Необходимые материалы и оборудование: компьютеры, презентационное оборудование

## Кейс 2: «Сборка БПЛА»

**О кейсе:** в рамках данного кейса учащиеся приобретут навыки сборки летающей модели беспилотного летательного аппарата, сконструированного для решения инфраструктурного или социального запроса.

**Описание:** проведение соревнований «гонки дронов». Для участия необходимо сконструировать собственный БПЛА и приобрести навыки пилотирования.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Hard skills:** знания истории и устройства БПЛА, навыки проектирования, пайка, сборка электронных компонентов, схемотехника, знания о работе полетного контроллера, умение настраивать БПЛА.

**Soft skills:** работа в команде, свободное мышление, навык решения инженерных задач, внимательность, аккуратность.

**Категория кейса:** основной.

**Место кейса в структуре программы:** после введения в автоматизацию процессов.

**Кол-во часов/занятий:** 16/8.

**Место проведения:** аэроквантум.

**Учебно-тематическое планирование:**

### Часть 1.

Цель: осуществить знакомство с беспилотниками.

Что делаем:

1. Знакомство с историей беспилотной авиации.
2. Освоение базовых знаний об устройстве и функционировании летательных аппаратов и беспилотных летательных аппаратов.

Компетенции: умение искать и анализировать информацию, слушать и задавать вопросы. Приобретение знаний по истории, устройству и применению БПЛА.

Итог занятия: приобретение теоретических навыков о БПЛА.

Количество часов: 2

### Часть 2.

Цель: сконструировать БПЛА для выполнения поставленной задачи.

Что делаем:

1. Моделируем различные схемы компоновки коптера.
2. Предварительный выбор материалов.

Компетенции: навыки конструирования и проектирования БПЛА. Решение изобретательских задач, свободное мышление.

Итог занятия: схема компоновки коптера.

Количество часов: 2

### Часть 3.

Цель: собрать БПЛА для выполнения прикладной задачи.

Что делаем:

1. В формате беседы повторяем материал по сборке БПЛА.
2. Производим сборку БПЛА.

Компетенции: командная работа. Конструирование и проектирование. Основы работы с пайкой, электромонтажом и механической сборкой.

Итог занятия: функционирующий БПЛА.

Количество часов: 6

### Часть 4.

Цель: настроить БПЛА и произвести первый полёт.

Что делаем:

1. Настраиваем и калибруем полётный контроллер и аппаратуру управления.
2. Проходим технику безопасности.
3. Запускаем коптер и производим тестовые полёты.

Компетенции: знания о работе полетного контроллера, умение настраивать коптер. Техника безопасности, ответственность за соблюдение правил.

Итог занятия: устройство, способное решить поставленную задачу данного кейса.

Количество часов: 6

Ключевые понятия:

- Аэродинамика
- Электротехника
  - Полётный контроллер
  - Пульт управления

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий работу БПЛА.

Ход работы над кейсом:

- Планирование работы
- Сборка и настройка БПЛА
- Тестирование конструкции

- Модификация конструкции, если это необходимо
- Подведение итогов

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций: специальные компетенции не требуются.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – летающий настроенный БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Безопасный и предсказуемый полёт БПЛА.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: учебный конструктор БПЛА, полетная зона, подготовленная презентация, компьютеры, проектор, вспомогательные видеоматериалы.

### **Кейс 3: «Визуальное пилотирование БПЛА»**

**О кейсе:** в рамках данного кейса учащиеся освоят навыки пилотирования БПЛА в прямой видимости.

**Описание:** У сотрудников МЧС стоит актуальная задача доставки медикаментов и поиска людей. Они обратили внимание на автономные дроны (БПЛА), предназначенные для полётов по заданным маршрутам без участия человека. Важное требование МЧС к БПЛА — обеспечение безотказной работы автономных БПЛА, включающее в себя перехват управления БПЛА в случае отказа или нежелательного поведения программ автономного полёта. Также навыки пилотирования необходимы в период развёртывания и полевых испытаний. Управление БПЛА без приобретённых навыков может повлечь за собой проблемы — от поломок собственной техники и порчи чужого имущества до получения травм, увечий и даже причинения смерти.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Hard skills:** изучение полётных режимов, освоение навыков пилотирования БПЛА.

**Soft skills:** осознание своего уровня компетентности, работа в команде, навык решения инженерных задач, внимательность, аккуратность.

**Категория кейса:** основной.

**Место кейса в структуре программы:** после введения в автоматизацию процессов.

**Кол-во часов/занятий:** 16/8.

**Место проведения:** аэроквантум.

**Учебно-тематическое планирование:**

Часть 1.

**Цель:** усвоить и закрепить правила техники безопасности. Приобрести навыки полёта на симуляторе.

Что делаем:

3. Изучаем технику безопасности.
4. Записываем основные правила в рабочую тетрадь.
5. Изучаем теоретические основы управления БПЛА на симуляторе.
6. Выполнение полётов на симуляторе в различных режимах.

**Компетенции:** понимание допустимых границ при пилотировании. Понятие об ответственности за свои действия и их последствия, приобретение навыков полёта на симуляторе.

Итог занятия: освоение правил техники безопасности, получение первоначальных навыков полёта на симуляторе.

Количество часов: 2

### Часть 2.

Цель: подготовить БПЛА к полёту, изучить полётные режимы.

Что делаем:

3. Изучаем аппаратуру радиуправления БПЛА и её настройки.
4. Изучаем порядок и правила эксплуатации БПЛА.
5. Изучаем полётные режимы.

Компетенции: командная работа, навыки настройки оборудования и подготовки БПЛА к взлёту.

Итог занятия: функционирующий БПЛА.

Количество часов: 2

### Часть 3.

Цель: Получить простейшие навыки пилотирования БПЛА.

Что делаем:

3. Повторяем принципы управления БПЛА.
4. На лётной площадке, соблюдая технику безопасности, выполняем такие упражнения, как взлёт, висение и посадка.

Компетенции: приобретение навыков управления БПЛА.

Итог занятия: получение первоначальных навыков пилотирования.

Количество часов: 6

### Часть 4.

Цель: Освоить выполнение простых фигур пилотажа.

Что делаем:

4. Изучаем теоретический материал — углы Эйлера (крен, тангаж, рыскание).
5. На лётной площадке, соблюдая технику безопасности, выполняем различные упражнения.
6. По мере освоения управления выполняем облёт по периметру полетной зоны.

Компетенции: приобретение навыков управления БПЛА.

Итог занятия: освоение навыков пилотирования для выполнения поставленной задачи.

Количество часов: 6

Ключевые понятия:

- Лётная площадка
- Полётные режимы
- Газ, рысканье, тангаж, крен.

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий правила управления БПЛА.

Ход работы над кейсом:

- Знакомство с техникой безопасности
- Ввод в контекст кейса
- Разбиение на команды
- Обучение визуальному пилотированию
- Тренировки на лётной площадке
- Подведение итогов кейса

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- знание теории беспилотных летательных аппаратов;
- владение такими качествами, как ответственность, внимательность.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – летающий настроенный БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Наблюдение за полётами учеников и фиксация их умений.
- Введение системы зачётов за выполнение упражнений.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: учебный конструктор БПЛА, полетная зона, подготовленная презентация, компьютеры, проектор, вспомогательные видеоматериалы.

#### Кейс 4: «Разработка устройства захвата»

**О кейсе:** в рамках данного кейса учащиеся приобретут навыки моделирования и разработки устройств для решения прикладных задач.

**Описание:** Геодезической компании срочным образом необходимо переправить топографические карты местности на соседний полуостров. Задача состоит в том, чтобы как можно быстрее сконструировать и смоделировать устройство захвата для БПЛА. Разрабатываемая конструкция должна отличаться высокой надёжностью и соответствовать всем стандартам безопасности.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Hard skills:** конструирование и проектирование, основы CAD – моделирования.

**Soft skills:** работа в команде, навык решения инженерных задач.

**Категория кейса:** основной.

**Место кейса в структуре программы:** после введения в автоматизацию процессов.

**Кол-во часов/занятий:** 16/8.

**Место проведения:** Аэроквантум.

**Учебно-тематическое планирование:**

##### Часть 1.

**Цель:** Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения. Осуществить знакомство с программами для CAD – моделирования.

Что делаем:

1. Представление проблемной ситуации в виде ограничения.
2. Анализируем поставленную задачу. Ищем пути решения проблемной ситуации.
3. Осуществляем знакомство с программами для CAD – моделирования.

**Компетенции:** Командная работа. Умение искать и анализировать информацию. Умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично.

**Итог занятия:** четкая формулировка решений поставленной задачи, выбрана программа для CAD – моделирования.

**Количество часов:** 4

## Часть 2.

Цель: Выполнить моделирование деталей на плоскости. Подготовить электронные чертежи деталей к изготовлению.

Что делаем:

6. Обсуждаем виды устройств захвата, выделяем их преимущества и недостатки.
7. Проектируем устройства захвата.
8. Выполняем моделирование устройства.
9. Выполняем подготовку электронных чертежей.

Компетенции: Командная работа. Конструирование, проектирование и моделирование.

Итог занятия: Получена модель устройства захвата.

Количество часов: 6

## Часть 3.

Цель: Реализация устройства захвата груза.

Что делаем:

5. Изучаем инструменты моделирования объёмных деталей.
6. Выполняем 3D моделирование устройства захвата.
7. Реализуем устройство захвата (Hi-Tech).
8. Тестируем и дорабатываем устройство.
9. Устанавливаем устройство захвата на БПЛА.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование. CAD – моделирование.

Итог занятия: Разработано устройство захвата, применяемое для выполнения поставленной задачи кейса.

Количество часов: 6

Ключевые понятия:

- Устройство захвата;
- CAD – моделирование;
- Электронные чертежи.

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий работы автоматизированных БПЛА с устройством захвата.

Ход работы над кейсом:

- Ввод в контекст кейса;
- Этапы генерации идей и выбор верного решения;

- Разбиение на команды;
- Проектирование устройства;
- Моделирование устройства;
- Сборка устройства захвата;
- Тестирование полученного устройства;
- Представление итоговых прототипов по результатам кейса.

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- знание теоретических основ устройства БПЛА;
- навыки работы с ПК;
- владение такими качествами, как ответственность, внимательность.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – прототип устройства захвата, созданный для решения поставленной задачи кейса.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: учебный конструктор БПЛА, полетная зона, подготовленная презентация, компьютеры, проектор, вспомогательные видеоматериалы.

## Кейс 5: «Модернизация устройства захвата»

**О кейсе:** в рамках данного кейса учащиеся приобретут навыки программирования микроконтроллеров, а также автоматизируют процесс доставки медматериалов путём модернизации устройства захвата.

**Описание:** Швейцарская логистическая компания Matternet получила разрешение на запуск службы доставки с использованием беспилотников. Первые Matternet-станции будут обслуживать больницы и медицинские центры в стране. Время доставки медматериалов составит полчаса. Учреждения здравоохранения смогут транспортировать кровь и образцы анализов между филиалами. Главная задача состоит в том, чтобы создать автоматизированное устройство захвата для передачи груза.

### **Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Hard skills:** конструирование и проектирование, САД – моделирование, знания в области языков программирования, микроконтроллеров / одноплатных компьютеров, сборка электронных компонентов, схемотехника, навыки отладки программ.

**Soft skills:** работа в команде, навык решения инженерных задач.

**Категория кейса:** основной.

**Место кейса в структуре программы:** после введения в автоматизацию процессов.

**Кол-во часов/занятий:** 16/8.

**Место проведения:** Аэроквантум.

### **Учебно-тематическое планирование:**

#### Часть 1.

Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем:

4. Представление проблемной ситуации в виде ограничения.
5. Анализируем поставленную задачу. Ищем пути решения проблемной ситуации.
6. Краткий обзор языков программирования.

Компетенции: Командная работа. Умение искать и анализировать информацию. Умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично.

Итог занятия: четкая формулировка решений поставленной задачи.

Количество часов: 2

## Часть 2.

Цель: изучить основы программирования. Ознакомиться с микроконтроллером Arduino.

Что делаем:

10. Знакомство со структурой программы для Arduino, изучение основных типов данных, функций, организация передачи данных по последовательному соединению для вывода отладочной информации в монитор порта;
11. Изучение устройства макетной платы, сборка простых схем с использованием светодиодов, кнопок, резисторов; RGB-светодиод;
12. Изучение работы с внешними библиотеками и основ объектно-ориентированного программирования;
13. Изучение основ управление сервоприводом и шаговым двигателем.

Компетенции: Командная работа. Основы работы с одноплатными компьютерами. Программирование. Алгоритмизация.

Итог занятия: Изучены основы программирования, а также основы работы с микроконтроллерами с использованием платформы Arduino.

Количество часов: 4

## Часть 3.

Цель: модернизируем прототип ранее собранного устройства захвата.

Что делаем:

10. Тестируем и дорабатываем модель устройства захвата;
11. Устанавливаем устройство захвата на БПЛА.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование.

Итог занятия: функционирующий БПЛА с устройством захвата.

Количество часов: 4

## Часть 4.

Цель: Написать ПО для автоматизированного устройства захвата БПЛА.

Что делаем:

1. Разрабатываем алгоритм и строим блок-схемы;
2. Реализуем ПО для работы устройства захвата на основе составленного алгоритма.

Компетенции: Командная работа. Основы работы с одноплатными компьютерами. Программирование.

Итог занятия: полностью функционирующий БПЛА с установленным навесным оборудованием.

Количество часов: 4

### Часть 5.

Цель: Тестирование и доработка системы автоматизации процесса доставки.

Что делаем:

1. Тестируем получившиеся системы;
2. Проводим испытательные задания. В случае необходимости доработки – совершаем доработку;
3. Презентуем итоговый прототип по результатам кейса.

Компетенции: Командная работа. Программирование. Алгоритмизация.

Навыки презентации. Навыки успешного публичного выступления.

Итог занятия: устройство, способное решить проблемную ситуацию данного кейса.

Количество часов: 2

Ключевые понятия:

- Микроконтроллер Arduino;
- Автоматизированное устройство захвата;
- Схемотехника;
- Язык программирования C++;

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий работы автоматизированных БПЛА с устройством захвата.

Ход работы над кейсом:

- Ввод в контекст кейса;
- Этапы генерации идей и выбор верного решения;
- Разбиение на команды;
- Изучение основ программирования;
- Сборка устройства захвата;
- Написание ПО для устройства захвата;
- Тестирование полученного устройства;
- Представление итоговых прототипов по результатам кейса.

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- знание теоретических основ устройства БПЛА;
- навыки работы с ПК;
- начальные навыки работы с PowerPoint;
- владение такими качествами, как ответственность, внимательность.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – БПЛА с автоматизированным устройством захвата, способный решать проблемную ситуацию данного кейса.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Безопасный и предсказуемый автономный полёт БПЛА.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: учебный конструктор БПЛА, микроконтроллер Arduino, полетная зона, подготовленная презентация, компьютеры, проектор, вспомогательные видеоматериалы.