

Министерство образования и науки Самарской области

Государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования Самарской области
«Самарский областной центр детско-юношеского технического творчества»

Принята на заседании
Методического Совета
Протокол № 3

от « 20 » июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ГБОУ ДО СО СОЦДИОТ



А.С. Сафронов/
2022 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности

«Беспилотные системы в воздушной робототехнике»

(базовый модуль)

Возраст детей 12-18 лет

Срок обучения: 1 год

Разработчик:

Звягинцев Максим Анатольевич,
педагог дополнительного образования

Самара, 2022

Оглавление

| | |
|---|----|
| Пояснительная записка | 2 |
| Структура программы | 5 |
| Содержание программы | 8 |
| Контрольно-измерительный блок | 13 |
| Список литературы..... | 14 |
| Материально-техническое обеспечение | 16 |
| Приложение..... | 18 |
| Календарно-тематический план..... | 20 |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели освоения

Развитие дальнейшего интереса у ребенка к познанию и творчеству для формирования образовательных запросов и потребностей через конструирование летательных аппаратов и уникальных моделей; стимулирование творческого, конструкторского мышления; овладение навыками труда; получение в дальнейшем профессионально-ориентирующих компетенции для осуществления проектной деятельности в области моделирования летательных аппаратов и других инженерных областях, необходимых в повседневной жизни.

Формирование компетенций

Данная общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет техническую направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области авиамоделирования и беспилотной авиации.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Актуальность программы

Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад.

Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

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

Образовательная программа «Аэроквантума» позволяет не только обучить ребенка правильно моделировать и конструировать, но и подготовить обучающихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Новизна общеразвивающей образовательной программы

Описываемая образовательная программа интересна тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия.

Основные задачи программы

Основными задачами данной программы являются (компетенции, которые прививаются):

- Развитие Комплекса базовых технологий, применяемых при моделировании летательных аппаратов, обучение основным принципам механики и аэродинамики;
- Обучение грамотному представлению своей идеи, проектированию ее технического и программного решения, реализации в виде модели способной к функционированию;
- Обучение навыкам решения специализированных задач, результатом каждой из которых будет работающий механизм или модель летательного аппарата с автономным управлением;
- Обучение работе с различными инновационными материалами для современных разработок по авиамоделированию.
- Формирование навыков инженерного мышления, умению работать в сфере конструирования, программирования;
- Развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности и изобретательности при создании двигателей, сборке моделей летательных аппаратов;
- Формирование уверенности в своей будущей востребованности обществом в сфере авиаконструирования;
- Развитие креативного мышления и пространственного воображения, умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.
- Формирование мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных летательных аппаратов;

- Поощрение стремления к получению качественного законченного механизма или модели дрона, способного к самостоятельному полету;
- Развитие навыков проектно-ориентированного мышления, работы в команде и эффективного распределения обязанностей при конструировании, моделировании и запуске мультикоптеров.

Возраст учащихся, которым адресована программа

Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (12 - 18 лет), прошедших вводный модуль.

Формы занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, где большее количество времени занимает практическая часть.

Форма обучения: Обучение проводится по очной форме с применением дистанционных образовательных технологий (при необходимости).

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

- демонстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;
- фронтальная, когда обучающиеся синхронно работают под управлением педагога;
- самостоятельная, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Распределение часов по учебному плану

| Год обуче | Клас с | Кол- во | Объем учебной программы | | | | | Виды контроля | |
|-----------|-----------|------------|-------------------------|------------|--------------|----------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| | | | Всего | Лек ции | Практ ика | Лаборат орные работы | Проме жут очный контро ль | Итогова я контроль ная работа | Проект ная работа. Защита |
| 1 | 7-11 | 3 6 | 72 | 20 | 44 | 16 | 2 | 2 | 4 |

Данная образовательная программа изучается в течение одного учебного года (36 недель), 2 часа в неделю. Школьники выполняют 24 практических занятия, проводится одна контрольная работа во время аудиторных занятий. По окончании курса проходит защита проектной работы.

Объем программы и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов |
|--|-------------|
| Аудиторные занятия всего, в том числе: | 47 |
| Лекции | 20 |
| Практические занятия | 44 |
| Самостоятельная работа всего, в том числе: | 32 |
| Лабораторные работы | 16 |
| Самостоятельная подготовка | 8 |
| Проектная работа | 19 |
| Виды текущего контроля успеваемости | 2 |
| Объем учебной программы | 72 |

Структура рабочей учебной программы

| Разделы | Наименование темы | Объем часов | | | Форма контроля |
|----------------|---|-------------|-------------|-----------|--|
| | | Всего часов | В том числе | | |
| | | | Теория | Практика | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Блок 1. | Установка FPV – оборудования. | 12 | 2 | 10 | Практическая работа |
| | 1. Настройка оборудования. | 2 | 0 | 2 | Установка видеоборудования. Полёты «от первого лица». |
| | 2. Установка и подключение передатчика и приёмника. | 2 | 1 | 1 | |
| | 3. Установка и подключение видеоборудования. | 2 | 1 | 1 | |
| | 4. Пилотирование с использованием FPV- оборудования: Взлет, пролет квадрата, посадка. | 2 | 0 | 2 | |
| | 5. Взлёт, удержание высоты и точки 2 минут, перелет в другую точку, удержание высоты 3 минуты, посадка. | 2 | 0 | 2 | |
| | 6. Пролет маршрута с препятствиями. | 2 | 0 | 2 | |
| Блок 2. | Программирование. Использование Arduino. | 16 | 6 | 10 | Практическая работа |

| | | | | | |
|----------------|--|-----------|----------|----------|------------------------------------|
| | 1. Основы программирования. | 2 | 2 | 0 | Программирование контроллеров. |
| | 2. Основы программирования на Arduino. | 2 | 2 | | |
| | 3. Знакомство с языком C++ | 2 | 1 | 1 | |
| | 4. Основные команды C++ | 2 | 0 | 2 | |
| | 5. Написание простой программы типа «Светофор» | 2 | 0 | 2 | |
| | 6. Применение платы Arduino | 2 | 1 0 | 1 | |
| | 7. Сборка первого исполнительного устройства. | 2 | | 2 | |
| | 8. Сборка устройства типа «Светофор» | 2 | 0 | 2 | |
| Блок 3. | Учебные полеты на БАС с фотокамерой | 14 | 8 | 6 | Практическая работа |
| | 1. Основы аэросъемки. | 2 | 1 | 1 | Фотокамера. Применение аэросъемки. |
| | 2. Применение фотокамеры для квадрокоптера. | 2 | 1 | 1 | |
| | 3. Учебные полеты. Плавный взлет и посадка. | 2 | 1 | 1 | |
| | 4. Учебные полеты. Съемка в движении. | 2 | 1 | 1 | |
| | 5. Учебные полеты. Съемка вокруг объекта. | 2 | 1 | 1 | |
| | 6. Учебные полеты. Съемка объекта в движении. | 2 | 1 | 1 | |
| | 7. Редактирование и обработка полученных материалов. | 2 | 2 | 0 | |

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

| № п/п | Наименование темы | Содержание обучения |
|----------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Блок 1. | <p>Установка FPV – оборудования.</p> <p>1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.</p> <p>2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.</p> <p>3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p> | <p>Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.</p> <p>Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p> |
| Блок 2. | <p>Программирование. Использование Arduino.</p> <p>1. Основы программирования C++</p> <p>2. Практикум «Введение в программирование»</p> | <p>Основы программирования на C++. Начальный уровень программирования на текстовом языке.</p> <p>Устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков.</p> <p>Основы программирования на Arduino.</p> <p>Установка платформы на БАС.</p> |
| Блок 3. | <p>Учебные полеты на БАС с фотокамерой</p> <p>1. Основы аэросъемки</p> <p>2. Практикум «Полеты на БАС с фотокамерой»</p> | <p>Основы аэросъемке. Правила и техника безопасности при выполнении полетов.</p> <p>Практикум «Полеты на БАС с фотокамерой»: основы полета, учебные полеты, съемка заданной местности.</p> |

| | | |
|-----------------------|---|--|
| <p>Блок 4.</p> | <p>Работа в группах над инженерным проектом.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы создания инженерной проектной работы. 2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». | <p>Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.</p> <p>Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».</p> <p>Подготовка и проведение презентации по проекту.</p> |
|-----------------------|---|--|

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Планируемые результаты освоения программы

Образовательная программа дает каждому обучающемуся по результатам ее прохождения овладеть всеми заявленными компетенциями и выполнить проектную работу по созданию беспилотной авиационной системы. Формой отчетности является успешное выполнение всех практических задач, последующая защита собственного реализованного проекта, а также участие в гонках “Drone Racing”. Предполагается, что, для улучшения коммуникативных навыков и повышения сознательности, подросток должен записать также краткую видео-презентацию собственного проекта и разместить её на сайте технопарка «Кванториум» для ее предоставления на общественное обсуждение всем желающим.

Способы и формы проверки результатов освоения программы

Виды контроля:

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

Формы проверки результатов:

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

Формы подведения итогов:

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

Контрольная работа

Контрольная работа состоит из 11 теоретических вопросов, рассчитанная на одно аудиторное занятие.

Вопросы к контрольной работе:

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.

Итоговая работа

Итоговая контроль обучающихся проводится по результатам выполнения практических заданий и защиты проектов (правила выбора темы и пример проекта представлены в приложение №1) .

Практические задания:

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

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Опрос

1 блок

1. Нарисуйте схему подключения системы FPV
2. Какие частоты разрешены для передачи видеосигнала?
3. Как выполняется передний переворот на дроне?
4. Как устанавливать винты на моторы с вращением внутрь или наружу?
5. Можно ли подключиться к чужой трансляции видеосигнала?

2 блок

4. Для чего нужны функции Void setup и Void loop?
5. Какие библиотеки Arduino вы знаете? Для чего они нужны?
6. Каким образом определить полярность у светодиода?
7. Чем отличаются платы Arduino Nano и Arduino Uno?
8. Можно ли поставить Arduino выполнять автономную задачу?

3 блок

3. Как рассчитать разрешение съемки?
4. Опишите алгоритм сборки/разборки БПЛА самолетного типа
5. Для чего на катапульте для запуска БПЛА существует стопор?
6. Как построить маршрут полёта в планере?
7. В каких программах обрабатываются фотоматериалы для создания ортофотоплана?

4 блок

7. Как правильно поставить цель по критерию SMART
8. Расскажите о своём проблемном поле и актуальности выбранной темы
9. Чем отличается проект от кейса?
10. Исследовали ли вы вопрос выхода на коммерческий рынок?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

| № п/п | Наименование |
|-----------------------|---|
| Основная | |
| 1 | Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Моло- дежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html (дата обращения 31.10.2016). |
| 2 | Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html (дата обращения 31.10.2016). |
| 3 | Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/227425/ (дата обращения 31.10.2016). |
| 4 | Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016). |
| 5 | Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата обращения 31.10.2016). |
| 6 | Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337 |
| Дополнительная | |
| 7 | Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html (дата обращения 31.10.2016). |
| 8 | Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf (дата обращения 31.10.2016). |

| | |
|----|---|
| 9 | Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260. |
| 10 | Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf- |
| | files/eluu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016). |
| 11 | LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety (Дата обращения 20.10.15) |
| 12 | Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474. |
| 13 | Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021 |

Материально-техническое обеспечение

| № п/п | Наименование | Назначение/краткое описание функционала оборудования |
|----------|--|---|
| 1 | Учебное (обязательное) оборудование | |
| 1.1 | Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы) | Набор для сборки квадрокоптера |
| 1.2 | Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.) | Комплект для полетов от первого лица |
| 1.3 | Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО) | Комплект для программирования коптера |
| 1.4 | Квадрокоптер | Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования |
| 1.5 | Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе | Коптер для обучение аэросъемке, настройке и обслуживанию БАС |
| 1.6 | Фотокамера | Фотокамера для установки на конвертоплан |
| 1.7 | Учебная БАС самолетного типа | БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов |
| 1.8 | Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов | Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъемки |
| 1.9 | Ручка для 3D-печати | Знакомство с принципами 3D-печати |
| 2 | Компьютерное оборудование | |
| 2.1 | Ноутбук | работа в классе |
| 2.2 | Мышь | |

| | | |
|----------|---|--|
| 2.3 | Тележка для зарядки и хранения ноутбуков | Тумба для хранения и зарядки ноутбуков |
| 2.4 | МФУ | Много-функциональное устройство |
| 2.5 | Сетевой удлинитель | Сетевой удлинитель |
| 3 | Презентационное оборудование | |
| 3.1 | Проектор | подача информационного материала |
| 3.2 | Интерактивный комплект | Интерактивный комплект доска |
| 3.3 | Мобильный стенд | Напольная мобильная стойка для интерактивных досок |
| 4 | Расходные материалы и запасные части | |
| 5 | Мебель | |
| 5.1 | Комплект мебели | |
| 5.2 | Светильник настольный галогеновый | Лампа галогеновая gu10 |
| 5.3 | Корзины для мусора | |

Правила выбора темы проекта

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

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

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

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

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

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

Правило 6. Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

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

Примеры тем проектов

6. Моделирование квадрокоптера.
7. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
8. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
9. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
10. Организация гонки квадрокоптеров.
11. Применение квадрокоптеров в Геоквантуме.
12. Проектирование квадрокоптера-транспортровщика.
13. Автономный полет по заданной траектории.
14. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
15. Квадрокоптер лучший друг Робоквантума.

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| № занятия | Примерная дата проведения | Наименование темы | Всего часов |
|-----------|---------------------------|--|-------------|
| 1 | Сентябрь | Настройка оборудования | 2 |
| 2 | Сентябрь | Установка и подключение передатчика и приёмника. | 2 |
| 3 | Сентябрь | Установка и подключение видеооборудования. | 2 |
| 4 | Сентябрь | Пилотирование с использованием FPV-оборудования: Взлет, пролет квадрата, посадка. | 2 |
| 5 | Октябрь | Взлёт, удержание высоты и точки 2 минут, перелет в другую точку, удержание высоты 3 минуты, посадка. | 2 |
| 6 | Октябрь | Пролет маршрута с препятствиями | 2 |
| 7 | Октябрь | Основы программирования. | 2 |
| 8 | Октябрь | Основы программирования на Arduino. | 2 |
| 9 | Ноябрь | Знакомство с языком C++ | 2 |
| 10 | Ноябрь | Основные команды C++ | 2 |
| 11 | Ноябрь | Написание простой программы типа «Светофор» | 2 |
| 12 | Ноябрь | Применение платы Arduino | 2 |
| 13 | Декабрь | Сборка первого исполнительного устройства. | 2 |
| 14 | Декабрь | Сборка устройства типа «Светофор» | 2 |
| 15 | Декабрь | Основы аэросъемки. | 2 |
| 16 | Декабрь | Применение фотокамеры для квадрокоптера. | 2 |
| 17 | Январь | Учебные полеты. Плавный взлет и посадка. | 2 |
| 18 | Январь | Учебные полеты. Съемка в движении. | 2 |
| 19 | Январь | Учебные полеты. Съемка вокруг объекта. | 2 |
| 20 | Февраль | Учебные полеты. Съемка объекта в движении. | 2 |
| 21 | Февраль | Редактирование и обработка полученных материалов. | 2 |
| 22 | Февраль | Принципы создания инженерной проектной работы. | 2 |
| 23 | Февраль | Анализ примеров инженерных проектов. | 2 |
| 24 | Март | Работа в группе над поиском тем инженерного проекта «Беспилотная авиационная система». | 2 |
| 25 | Март | Анализ идей и выбор направления развития проекта. | 2 |
| 26 | Март | Поиск лучшего решения. | 2 |
| 27 | Март | Подбор комплектующих. | 2 |
| 28 | Апрель | Сборка корпуса прототипа. | 2 |

| | | | |
|----|--------|---|----|
| 29 | Апрель | Сборка электроники прототипа. | 2 |
| 30 | Апрель | Программирование прототипа. | 2 |
| 31 | Апрель | Тестирование прототипа на работоспособность. | 2 |
| 32 | Май | Доработка прототипа. | 2 |
| 33 | Май | Финальные испытания. | 2 |
| 34 | Май | Подготовка презентации. | 2 |
| 35 | Май | Презентация и защита группой собственного инженерного проекта | 2 |
| 36 | Май | Презентация и защита группой собственного инженерного проекта | 2 |
| | | Итого: | 72 |