**Министерство образования Калининградской области**

**Комитет по образованию администрации городского округа**

**«Город Калининград»**

**Муниципальное автономное образовательное учреждение «Средняя школа** **№ 58»**

|  |  |
| --- | --- |
| Принята на заседании методического совета МАОУ СОШ № 58  от «\_\_» \­­­­\_\_\_\_\_ 2022г.  Протокол № | Утверждаю  Директор МАОУ СОШ №58  \_\_\_\_\_\_\_\_\_/Ерохин А.В./  «\_\_» \­­­­\_\_\_\_\_ 2022г. |

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа**

**инженерно-технической направленности**

**«**Беспилотные летательные аппараты**»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 9 месяцев

Автор-составитель:

Левичев Максим Андреевич

Калининград, 2022

**Направленность программы.**

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

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

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

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

**Педагогическая целесообразность** настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получат знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

**Возраст детей** Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего школьного возраста (14 – 16 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте. Для возраста 14 – 16 лет характерно господство детского сообщества над взрослым. Здесь складывается новая социальная ситуация развития. Идеальная форма – то, что ребенок осваивает в этом возрасте, с чем он реально взаимодействует, – это область моральных норм, на основе которых строятся социальные взаимоотношения. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали, здесь устанавливаются отношения равенства и уважения друг к другу.

**Количество часов :**70 академических часа

**Формы обучения** Обучение проводится по очной форме

**Формы организации деятельности** Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

* + - * Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомится с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
      * Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
      * самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
      * метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача *(«случай» – case, англ.*), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

**Режим занятий** Занятия по дополнительной образовательной программе проводятся 2 раза в неделю по 1 часу (продолжительность учебного часа – 45 минут).

**Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

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

**Цели и задачи программы.**

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Задачи:

Образовательные задачи:

* сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
* развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
* сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Развивающие задачи:

* поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
* развить способность к самореализации и целеустремлённости;
* сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
* развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
* расширить ассоциативные возможности мышления.

Воспитательные задачи:

* сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
* воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
* сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

**Критерии и способы определения результативности**

**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.

**Ожидаемые результаты *Предметные:***

* приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
* занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;
* сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

***Метапредметные:***

* сформированность у обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
* развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
* сформированность у обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;
* развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у обучающихся;
* развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.

***Личностные:***

* сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
* развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
* сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
* сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

# 

# Объем программы и виды учебной работы

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов |
| Аудиторные занятия всего, в том числе: | 70 |
| Лекции | 22 |
| Практические занятия, в т.ч.: | 48 |
| Лабораторные работы | 6 |
| Самостоятельная подготовка | 12 |
| Проектная работа | 19 |
| Виды текущего контроля успеваемости | 1 |
| Объем учебной программы | 70 |

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов) обучающихся, а именно:

* технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
* противоречие как основа изобретения;
* идеальный конечный результат;
* алгоритм проектирования технической системы;
* командообразование;
* работа в команде;
* личная ответственность и тайм-менеджмент;
* проектная деятельность;
* продуктовое мышление;
* универсальная пирамида прогресса;
* планирование и постановка собственного эксперимента;

Форма проведения занятий «практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. hard-skills (навыков и умений) обучающихся, а именно:

* работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи);
* работа с оборудованием hi-tech-цеха (пайка, лазерная резка);
* работа с программным обеспечением (настройка летного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
* управление квадрокоптером.

Материально-техническое обеспечение см. в приложении 1.

Правила выбора проекта и примерные темы проектов см. в приложении 2.

Примеры кейсов см. в приложении 3.

## СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование темы** | **Содержание темы** |
| **1** | **2** | **3** |
| **Блок 1.** | **Теория мультироторных систем.**  **Основы управления. Полёты на симуляторе.**   1. Вводная лекция о содержании курса. 2. Принципы управления и строение мультикоптеров. 3. Техника безопасности полётов 4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. 5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка   /хранение)   1. Полёты на симуляторе. | Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.  Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство.  Техника безопасности при работе с мультироторными системами.  Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.  Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.  Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе. |
| **Блок 2.** | **Сборка и настройка квадрокоптера.**  **Учебные полёты.**   1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. 2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. 3. Сборка рамы квадрокоптера. 4. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления. 5. Настройки полётного контроллера. 6. Инструктаж по технике безопасности полетов. 7. Первые учебные полёты:   «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад»,  «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.  9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», | Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.  Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.  Платы разводки питания: общее устройство, характеристики  Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку»,  «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».  Разбор аварийных ситуаций. |
| **Блок 3.** | **Настройка, установка FPV – оборудования.**   1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. 3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования. | Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.  Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV- оборудования. |
| **Блок 4.** | **Работа в группах над инженерным проектом.**  Принципы создания инженерной проектной работы.  Работа в группах над инженерным проектом  «Беспилотная авиационная система».  Подготовка презентации собственной проектной работы. | Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.  Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».  Подготовка и проведение презентации по проекту. |

## 

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Разделы** | **Наименование темы** | **Объем часов** | | **Форма контроля** | |
| **Всего часов** | **Теория** |
| **Практика** |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Блок 1.** | **Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.** | **16** | **10** | **6** |  |
|  | 1. Вводная лекция о содержании курса. | 1 | 1 | 0 |  |
|  | 2. Принципы управления и строение мультикоптеров. | 1 | 1 | 0 |  |
|  | 3. Основы техники безопасности полётов | 1 | 1 | 0 |  |
|  | 4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. | 1 | 1 | 0 |  |
|  | 5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение) | 5 | 3 | 1 | Практическая работа с зарядными устройствами. |
|  | 6. Полёты на симуляторе. | 5 | 1 | 4 | Полёты на симуляторе. |
| Блок 2. | Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты. | 25 | 7 | 18 | Практическая работа |
|  | 1.Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки | 2 | 1 | 1 | Учебные полёты |
|  | 2.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. | 2 | 1 | 1 | Сборка и настройка квадрокоптера |
|  | 3.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. | 2 | 2 | 1 | . |
|  | 4.Сборка рамы квадрокоптера. | 4 | 0 | 3 |  |
|  | 5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления | 2 | 0 | 2 |  |
|  | 6.   Инструктаж по технике безопасности полетов. | 1 | 1 |  |  |
|  | 7.   Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», | 2 |  | 2 | Учебные полёты |
|  | 8.Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций. | 4 | 0 | 4 | Учебные полёты |
|  | 9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». | 3 | 0 | 3 | Учебные полёты |
| Блок 3. | Настройка, установка FPV – оборудования. | 9 | 1 | 8 | Практическая работа |
|  | 1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. | 1 | 1 | 0 | Установка видеооборудования. |
|  | 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. | 2 | 0 | 2 |  |
|  | 3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования. | 6 | 0 | 6 | Полёты «от первого лица». |
| Блок 4. | Работа в группах над инженерным проектом. | 19 | 5 | 14 | Практическая работа |
|  | 1. Принципы создания инженерной проектной работы. | 5 | 1 | 4 | Самостоятельная  подготовка групповых инженерных проектов. |
|  | 2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». | 7 | 1 | 6 |  |
|  | 3. Подготовка презентации собственной проектной работы. | 1 | 1 | 0 | самостоятельно |
|  | Итоговый контроль | 1 | 0 | 1 | Защита проекта |
|  | Презентация и защита группой собственного инженерного проекта | 1 | 0 | 1 |  |
|  | Итого: | 72 | 23 | 49 | 72 |

**Список литературы**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Наименование |
| **Основная** | |
| 1 | Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (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. Программируем 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_ajerodtnamiki_Riga.pdf> (дата обращения 31.10.2016). |
| 5 | Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траекории 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 |
| 14 | Лекции от «Коптер-экспресс» https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344 |

1. **Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>  <https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>  <http://alexgyver.ru/quadcopters/> |

1. **Список литературы, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи родителям в обучении и воспитании ребенка**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика  https://drive.google.com/open?id=0B\_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM |