МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ

ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«ОРЕНБУРГСКОЕ ПРЕЗИДЕНТСКОЕ КАДЕТСКОЕ УЧИЛИЩЕ»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | СОГЛАСОВАНО  Заместитель начальник училища  (по учебной работе)  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.В. Ведерников  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2024г. Приказ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г. № \_\_\_\_ |

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ

ПРОГРАММА

ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

для 7-8 классов

на 2024/2025 учебный год

Срок реализации программы 1 год

Составитель программы:

педагог дополнительного образования

Салов В.А.

Оренбург

2024 г.

1. **Пояснительная записка**

|  |  |
| --- | --- |
| Направленность программы | Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа (далее – Программа) технической направленности. |
| Новизна, актуальность программы | Актуальность Программы обусловлена тем, что современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных летательных аппаратов (далее - БЛА).  В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации, как инновационному направлению развития современной техники. 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 БЛА, потенциал использования их в разных сферах стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БЛА. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БЛА.  Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить кадет моделировать и конструировать БЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.  Настоящая Программа дополнительного образования имеет научно-техническую направленность.  Программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности.  Организация работы основана на изучении конструкций БЛА, их программированию и выполнении практических полётов, что способствует формированию у обучающихся интереса к инженерному делу, привитию специальных знаний, умений и навыков, необходимых для развития конструкторских способностей и технического мышления.  Особенностью данной Программы является формирование у кадет способности обрабатывать большой объем информации, ее структурирование и дальнейшее использование.  Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации, методы обнаружения и борьбы с БЛА, использование БЛА в условиях боевых действий.  Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получат знания и умения, которые позволят им понять основы устройства БЛА, принципы работы всех его систем и их взаимодействие, а также навыки управления БЛА. |
| Цель и задачи программы | **Цель:** целью программы является формирование у обучающихся устойчивых теоретических знаний и когнитивных приёмов по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика, конструирование БЛА, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БЛА. Программа направлена на развитие в кадете интереса к проектной и конструкторской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность.  **Задачи:**  **Обучающие:**  - формирование представления о современном состоянии знаний в области беспилотных систем, перспективах и направлении их развития;  - формирование элементарного инженерного мышления, развитие у обучающихся технологических навыков конструирования;  - получить первоначальные сведения об устройстве БЛА;  - научить эксплуатировать БЛА различных конструкций, используя для этого необходимые знания;  **Развивающие:**  - развить внимательность, настойчивость, целеустремленность и самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;  - развить любознательность, сообразительность при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;  - поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;  - развить способность к самореализации;  - сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;  - развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;  - расширить ассоциативные возможности мышления.  **Воспитывающие:**  - сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе обучения, развить чувство товарищеской взаимопомощи и коллективизма.  - воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;  - воспитание чувства ответственности при эксплуатации БЛА. |
| Отличительные особенности программы | К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующее:  - проектная деятельность;  - прикладная значимость;  - среда для развития разных ролей в команде (расчёте);  - направленность на развитие системного мышления;  - развитие самостоятельности кадет для дальнейшего совершенствования навыков и знаний;  - рефлексия. |
| Связи предмета с предметами учебного плана | Содержание программы связано с общеобразовательными дисциплинами (информатика, физика, геометрия, иностранные языки). Содержание программы соответствует познавательным возможностям обучающихся 7-8 классов. |
| Возраст детей | 13-16 лет. При комплектовании групп допускается совместная работа в одной группе обучающихся без ограничений по возрастному признаку, учитываются знания, умения, навыки, которыми владеет ребенок. |
| Сроки реализации программы | Срок реализации программы – 1 год. Всего – 68 часов. Программа имеет модульное построение, поэтому посещать данный курс имеют возможность кадеты в течение 2 лет. В данном случае, при ежегодном повторе теоретического материала обучающийся имеет возможность закреплять умения и навыки на более сложном от года в год практическом материале.  Так при посещении занятий в первый год кадет получает теоретические знания и практические навыки. При посещении занятий в последующие годы, кадет может ознакомится с более новыми моделями БЛА, программным обеспечением и новыми возможностями БЛА, а так же усовершенствовать навыки управления БЛА. Таким образом, реализуется принцип индивидуального подхода на основе дифференцированного задания. |
| Этапы реализации программы | Программа реализуется в течение 1 года обучения. Большинство занятий проходят форме: первый академический час – получение теоретических знаний; второй час – отработка практических навыков. |
| Форма занятия | 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. |
| Режим занятий | 1 раз в неделю по 2 часа. Согласно СанПиН 2.4.4.3172-14 и Приложению 3 к СанПиН 2.4.4.1251-03. Занятие длится 90 мин.:  5 мин. – организационный момент,  40 мин – теоретические сведения,  5 мин. – динамическая пауза,  40 мин – практическая деятельность |
| Ожидаемые результаты | Основными результатами выполнения программных требований являются:  **На предметном уровне:**  - приобретение обучающимися знаний в области моделирования, конструирования и эксплуатации БЛА;  - занятия по настоящей Программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;  **На личностном уровне:**  - 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 обучения;  - проявлять активность, готовность к выдвижению идей и предложений;  - владеть навыками работы в группе;  - понимать ценность здоровья;  - уметь принимать себя как ответственного и уверенного в себе человека.  **На метапредметном уровне:**  - выделять главное;  - понимать задачу;  - работать с дополнительной литературой (методические пособия, паспорта на изделие, сайты в сети интернет);  - соблюдать последовательность;  - работать индивидуально и в группе;  **После прохождения курса кадеты должны приобрести навык:**  - самостоятельного приобретения новых знаний;  - самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников. |
| Формы подведения итогов реализации программы | - выполнение практических полётов (визуальных и с FPV-оборудования);  - практические работы по сборке, программированию и ремонту коптеров;  - творческие задания (подготовка проектов и их презентация). |

**2. Тематический план**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Темы занятий** | **Кол-во часов** | Из них | |
| теор | практ |
|  | Общие сведения о БЛА. Конкурентоспособность БЛА. | 1 | 1 |  |
|  | Требования охраны труда. | 1 | 1 |  |
|  | Классификационные признаки БЛА и классификация по различным параметрам. | 2 | 2 |  |
|  | Виды конструкций БЛА мультироторного типа. | 2 | 2 |  |
|  | Принципы работы БЛА на примере мультикоптеров. | 2 | 2 |  |
|  | Основные компоненты БЛА.Понятие МЭМС систем. | 1 | 1 |  |
|  | Словарь терминов и определений. | 1 | 1 |  |
|  | Классификация коптеров по размеру рамы и особенности их эксплуатации (тинивуп, синевуп, фристайл, гоночный, дальнолёт). | 1 | 1 |  |
|  | Тренировка на компьютерном полётном симуляторе (свободный режим). | 7 |  | 7 |
|  | Интегральный гироскоп. | 1 | 1 |  |
|  | Интегральный акселерометр. | 1 | 1 |  |
|  | Интегральный магнитометр (компас). | 1 | 1 |  |
|  | Интегральный барометр. | 1 | 1 |  |
|  | Глобальные навигационные системы (Глонасс, GPS и т.д.). | 1 | 1 |  |
|  | Ультразвуковые и оптические сонары. | 1 | 1 |  |
|  | Двигатели. | 1 | 1 |  |
|  | Регуляторы оборотов (ESK). | 1 | 1 |  |
|  | Режимы полётов. Назначение тумблеров. | 1 | 1 |  |
|  | Выполнение полётных практических заданий. | 20 |  | 20 |
|  | Воздушные винты. | 1 | 1 |  |
|  | Аэродинамика БЛА самолётного типа. Органы механизации крыла (закрылки, элероны и т.д.) | 1 | 1 |  |
|  | Протоколы передачи данных. Выбор аппаратуры управления разных ценовых диапазонов. Обзор дальнобойных систем Crossfire и ELRS. | 1 | 1 |  |
|  | Литий- полимерные аккумуляторы. | 1 | 1 |  |
|  | FPV-камеры. Видеопередатчики. Виды разъёмов антенн. | 1 | 1 |  |
|  | Подключение коптеров к ПК. Перепрошивка и настройка полётных контролёров. | 2 | 1 | 1 |
|  | Системы РЭБ, классификация, принципы работы. | 2 | 2 |  |
|  | Выполнение огневых задач с использованием специализированных программ геолокации. Работа с электронными картами. Плоская система координат Гаусса-Крюгера | 2 | 1 | 1 |
|  | Подключение и настойка дополнительных модулей. | 1 | 1 |  |
|  | Программирование БЛА. Написание полётных программ в среде TRIK Studio. | 5 |  | 5 |
|  | Настройка оборудования для FPV полётов (полёты от первого лица) | 2 |  | 2 |
|  | Использование БЛА для получения 3D моделей объектов и ортофотопланов. | 2 | 1 | 1 |
|  | Итого | **68** | 31 | 38 |

**3.Содержание дополнительной образовательной программы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | **Темы занятий** | **Содержание** |
|  | Общие сведения о БЛА. Конкурентоспособность БЛА. | Цели и задачи работы. Понятие БЛА. Краткая историческая справка. Основные этапы создания и развития беспилотных аппаратов. Правила регистрации и постановки на учёт. Назначения БЛА и их преимущества, области использования. |
|  | Требования охраны труда. | Требования охраны труда при пайке, сборке, эксплуатации, полётах на БЛА. Инструменты. Правила обращения с АКБ. |
|  | Классификационные признаки БЛА и классификация по различным параметрам. | Классификация беспилотных летательных аппаратов (по радиусу действия, назначению, способу старта, целевой нагрузки и т.д.). |
|  | Виды конструкций БЛА мультироторного типа. | Преимущества и недостатки БЛА мультиротоного типа (2-х, 3-х, 4-х, 6-ти, 8-ми винтовых). |
|  | Принципы работы БЛА на примере мультикоптеров. | Изучение принципов работы БЛА на примере мультикоптеров. Понятие «тангажа», «крена», «рыскания». |
|  | Основные компоненты БЛА.  Понятие МЭМС систем. | Назначение основных компонентов БЛА (полётного контролёра, рамы (фюзеляжа), двигателей, винтов, регуляторов оборотов, приёмника). |
|  | Словарь терминов и определений. | Изучение терминов и определений используемых при эксплуатации БЛА. |
|  | Классификация коптеров по размеру рамы и особенности их эксплуатации. | Изучение разнообразия коптеров по размеру рамы и особенностей их эксплуатации (тинивуп, синевуп, фристайл, гоночный, дальнолёт). |
|  | Тренировка на компьютерном полётном симуляторе (свободный режим). | Оттачивание навыков управления БЛА. Понимание органов управления. |
|  | Интегральный гироскоп. | Изучение устройства и принципа работы интегрального гироскопа. |
|  | Интегральный акселерометр. | Изучение устройства и принципа работы интегрального акселерометра. |
|  | Интегральный магнитометр (компас). | Изучение устройства и принципа работы интегрального магнитометра. Понятие анизотропных материалов. |
|  | Интегральный барометр. | Изучение устройства и принципа работы интегрального барометра. |
|  | Глобальные навигационные системы (Глонасс, GPS и т.д.). | Изучение принципа работы глобальных навигационных систем. Глобальные навигационные системы стран. |
|  | Ультразвуковые и оптические сонары. | Изучение устройства и принципа работы ультразвукового или оптического сонаров для определения расстояний. |
|  | Двигатели. | Изучение устройства и принципов работы коллекторных и бесколлекторных двигателей. Характеристики и удельные параметры двигателей. |
|  | Регуляторы оборотов (ESK). | Изучение устройства и принципа работы регуляторов оборотов. |
|  | Режимы полётов. Назначение тумблеров. | Возможные режимы полёта БЛА мультироторного типа, назначение тумблеров ответственных за переключение режимов. Полётные режимы Manual, Stabilize, Althold, Loiter, Acro, RTH и др., их настройка. Настройка функции Kill switch. |
|  | Выполнение полётных практических заданий. | Выполнение полётных заданий: взлёт, посадка, полёт по произвольной траектории, по квадрату, через кольца, взлёт-посадка на площадки переменной высоты, пилотирование при маневрировании. |
|  | Воздушные винты. | Изучение основных технических параметров (шаг, форма, диаметр и т.д.) и аэродинамики воздушных винтов. Маркировка винтов. |
|  | Аэродинамика БЛА самолётного типа. Органы механизации крыла (закрылки, элероны и т.д.). | Аэродинамика БЛА самолётного типа.  Основные понятия. Аэродинамические силы и моменты. Закон Бернули. |
|  | Протоколы передачи данных. Выбор аппаратуры управления разных ценовых диапазонов. Обзор дальнобойных систем Crossfire и ELRS. | Изучение протоколов передачи данных между приёмником и передатчиком (PWM, PPM, SBUS, DSM2, DSMX, SUMD) |
|  | Литий- полимерные аккумуляторы. | Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием. Работа с зарядными устройствами типа IMAX B6. |
|  | FPV-камеры. Видеопередатчики. Виды разъёмов антенн. | Виды камер. Цифровые и аналоговые передатчики видеосигнала. Виды разъёмов антенн. Сопряжение видеопередатчика и видеоприёмника. |
|  | Подключение коптеров к ПК. Перепрошивка и настройка полётных контролёров. | Снятие показаний основных параметров коптеров через специализированное ПО (GEOSCAN Pioneer Station, QGroundControl, Betaflight, Mission Planner, Ardupilot). Перепрошивка полётного контролёра и вспомогательных модулей. |
|  | Системы РЭБ, классификация, принципы работы. | Изучение существующих систем РЭБ и принципов их работы. |
|  | Выполнение огневых задач с использованием специализированных программ геолокации. Работа с электронными картами. Плоская система координат Гаусса-Крюгера | Настройка специализированного ПО для корректировки огня. Корректировка огня, определение координат в условиях отсутствия сигнала GPS. Плоская система координат Гаусса-Крюгера. |
|  | Подключение и настойка дополнительных модулей. | Подключение и настойка модулей: - захвата груза;- LED – модуля;  - камеры машинного зрения;- GPS модуля;- ультразвукового модуля для полётов в системе «Locus»,- платы-адаптера с оптическим дальномером. |
|  | Программирование БЛА. Написание полётных программ в среде TRIK Studio. | Блочное программирование. Написание программ для автономных полётов на языке LUA. Загрузка полётных заданий. *Полёт по точкам. Программирование: LED-модуля, модуля захвата груза, камеры машинного зрения.* |
|  | Настройка оборудования для FPV полётов (полёты от первого лица) | Установка, подключение и настройка камеры для FPV полётов. Пробные полёты. |
|  | Использование БЛА для получения 3D моделей объектов и ортофотопланов. | Обработка серии фотоснимков в ПО Metashape с целью получения 3D моделей объектов и ортофотопланов |

4. Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы

|  |  |
| --- | --- |
| Концептуальные позиции преподавания. | Основными формами обучения при реализации данной программы являются как коллективная, так и индивидуальная. Усвоение обучающимся новых знаний и умений, формирование его способностей происходит не путем пассивного восприятия воздействий преподавателя, а в активной форме в процессе различных видов продуктивной деятельности – сборка и программирование БЛА, выполнение полётных заданий, соревнований, групповое написание программ для БЛА и т.д. |
| Основные методы работы | Предусмотрено использование следующих методов: лекция, практическая работа, наблюдение, беседа. |
| Оценка знаний, умений и навыков обучающихся | **Текущий контроль** проводится на каждом занятии. Ведется совместно с педагогом обсуждение освоенного материала и выполненных заданий, устный опрос.  **Итоговая диагностика***:* проводится в конце года, с целью, определения уровня освоения полученных знаний и навыков по содержанию программы. |
| Дидактический материал | Схемы, рисунки, инструкции, видеоматериал, специальная дополнительная литература. |
| Техническое оснащение занятий | Квадрокоптеры «Пионер» + набор дополнительных модулей (LED-модуль, модуль захвата груза, модуль навигации GPS, ультразвуковой модуль навигации LPS, камера машинного зрения). Квадрокоптеры «F-450», «F-550».Квадрокоптеры класса «нано» «Х-125». Оборудование для полётов в режиме FPV. Тренажёры (компьютерные симуляторы) полёта. Полигон с ультразвуковой системой «Locus». Стол для сборки БЛА. Стенды для отработки навыков по устройству БЛА самолётного и мультироторного типов.Трасса для полётов при маневрировании в помещении.Трасса для полётов при маневрировании на открытом воздухе.Комплекс для отработки взлёта-посадки на поверхности переменной высоты. |

# **5. Список литературы**

**(основная)**

1. Гололобов В.Н., Ульянов В.И. Беспилотники для любознательных. - СПб.: «Наука и техника», 2018.
2. Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – Спб.: БХВ-Петербург, 2016.
3. Астахова Н.Л. Дроны и их пилотирование. С чего начать. – Спб.: БХВ-Петербург, 2021
4. Килби Т. Дроны с нуля: Перевод с англ. – Спб.: БХВ-Петербург, 2016
5. Литвиненко В.И., Ногинов Ю.В. Борьба с беспилотными летательными аппаратами. – Москва: Кронус, 2021.
6. Геоскан Пионер. Документация. URL: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/index.html> (дата обращения 01.09.2023).
7. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. URL: http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html.
8. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8. URL: http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html (дата обращения 16.08.2021).
9. Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: URL: http://habrahabr.ru/post/227425/ (дата обращения 16.08.2021).
10. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. URL: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\_ajerodtnamiki\_Riga.pdf (дата обращения 16.08.2021).
11. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
12. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата обращения 16.08.2021).
13. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950.
14. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005.

**(дополнительная)**

* + - 1. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологий и железа. 25 июня 2014. URL: <http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html>
      2. Лекции от «Коптер-экспресс»:

https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344

https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0

<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

* + - 1. <https://www.youtube.com/@geoscan_pioneer>
      2. <https://www.youtube.com/@AnikFPV>
      3. https://www.youtube.com/@kiriodozaki\_fpv