

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ОРЕНБУРГСКОЕ ПРЕЗИДЕНТСКОЕ КАДЕТСКОЕ УЧИЛИЩЕ»

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ
ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

для 7-8 классов

на 2025/2026 учебный год

Срок реализации программы 1 год

Составитель программы:

педагог дополнительного образования Салов В.А.

Оренбург, 2025 г.

1. Пояснительная записка

Направленность программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа (далее – Программа) технической направленности.
Новизна, актуальность программы	<p>Актуальность Программы обусловлена тем, что современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных летательных аппаратов (далее - БЛА).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Настоящая Программа дополнительного образования имеет научно-техническую направленность.</p> <p>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.</p>

	<p>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.</p> <p>Особенностью данной Программы является формирование у кадет способности обрабатывать большой объем информации, ее структурирование и дальнейшее использование.</p> <p>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.</p> <p>Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получат знания и умения, которые позволяют им понять основы устройства БЛА, принципы работы всех его систем и их взаимодействие, а также навыки управления БЛА.</p>
Цель и задачи программы	<p>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.</p> <p>Задачи:</p> <p>Обучающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; <p>Развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Воспитывающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проектная деятельность; - прикладная значимость;

	<ul style="list-style-type: none"> - 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, учи- тываются знания, умения, навыки, которыми владеет ребенок.
Сроки реализации программы	<p>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.</p> <p>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.</p>
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	<p>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.:</p> <p>5 мин. – организационный момент,</p> <p>40 мин – теоретические сведения,</p> <p>5 мин. – динамическая пауза,</p> <p>40 мин – практическая деятельность</p>
Ожидаемые результаты	<p>Основными результатами выполнения программных требований являются:</p> <p>На предметном уровне:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приобретение обучающимися знаний в области моделирования, конструирования и эксплуатации БЛА; - занятия по настоящей Программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки; <p>На личностном уровне:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 корректизы 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;

	<p>- уметь принимать себя как ответственного и уверенного в себе человека.</p> <p>На метапредметном уровне:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выделять главное; - понимать задачу; - работать с дополнительной литературой (методические пособия, паспорта на изделие, сайты в сети интернет); - соблюдать последовательность; - работать индивидуально и в группе; <p>После прохождения курса кадеты должны приобрести навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельного приобретения новых знаний; - самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников.
Формы подведения итогов реализации программы	<ul style="list-style-type: none"> - 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
1.	Общие сведения о БЛА. Конкурентоспособность БЛА.	1	1	
2.	Требования охраны труда.	1	1	
3.	Классификационные признаки БЛА и классификация по различным параметрам.	2	2	
4.	Виды конструкций БЛА мультироторного типа.	2	2	
5.	Принципы работы БЛА на примере мультикоптеров.	2	2	
6.	Основные компоненты БЛА. Понятие МЭМС систем.	1	1	
7.	Словарь терминов и определений.	1	1	
8.	Классификация коптеров по размеру рамы и особенности их эксплуатации (тинивуп, синевуп, фристайл, гоночный, дальнополёт).	1	1	
9.	Тренировка на компьютерном полётном симуляторе (свободный режим).	7		7
10.	Интегральный гироскоп.	1	1	
11.	Интегральный акселерометр.	1	1	
12.	Интегральный магнитометр (компас).	1	1	
13.	Интегральный барометр.	1	1	
14.	Глобальные навигационные системы (Глонасс, GPS и т.д.).	1	1	
15.	Ультразвуковые и оптические сонары.	1	1	
16.	Двигатели.	1	1	
17.	Регуляторы оборотов (ESK).	1	1	
18.	Режимы полётов. Назначение тумблеров.	1	1	
19.	Выполнение полётных практических заданий.	20		20
20.	Воздушные винты.	1	1	
21.	Аэродинамика БЛА самолётного типа. Органы механизации крыла (закрылки, элероны и т.д.)	1	1	
22.	Протоколы передачи данных. Выбор аппаратуры управления разных ценовых диапазонов. Обзор дальнобойных систем Crossfire и ELRS.	1	1	
23.	Литий- полимерные аккумуляторы.	1	1	
24.	FPV-камеры. Видеопередатчики. Виды разъёмов антенн.	1	1	
25.	Подключение коптеров к ПК. Перепрошивка и настройка полётных контролёров.	2	1	1
26.	Системы РЭБ, классификация, принципы работы.	2	2	
27.	Выполнение огневых задач с использованием специализированных программ геолокации. Работа с электронными картами. Плоская система координат Гаусса-Крюгера	2	1	1

28.	Подключение и настройка дополнительных модулей.	1	1	
29.	Программирование БЛА. Написание полётных программ в среде TRIK Studio.	5		5
30.	Настройка оборудования для FPV полётов (полёты от первого лица)	2		2
31.	Использование БЛА для получения 3D моделей объектов и ортофотопланов.	2	1	1
	Итого	68	31	38

3. Содержание дополнительной образовательной программы

№	Темы занятий	Содержание
1.	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.
2.	Требования охраны труда.	Требования охраны труда при пайке, сборке, эксплуатации, полётах на БЛА. Инструменты. Правила обращения с АКБ.
3.	Классификационные признаки БЛА и классификация по различным параметрам.	Классификация беспилотных летательных аппаратов (по радиусу действия, назначению, способу старта, целевой нагрузки и т.д.).
4.	Виды конструкций БЛА мультироторного типа.	Преимущества и недостатки БЛА мультироторного типа (2-х, 3-х, 4-х, 6-ти, 8-ми винтовых).
5.	Принципы работы БЛА на примере мультикоптеров.	Изучение принципов работы БЛА на примере мультикоптеров. Понятие «тангажа», «крена», «рыскания».
6.	Основные компоненты БЛА. Понятие МЭМС систем.	Назначение основных компонентов БЛА (полётного контролёра, рамы (фюзеляжа), двигателей, винтов, регуляторов оборотов, приёмника).
7.	Словарь терминов и определений.	Изучение терминов и определений используемых при эксплуатации БЛА.
8.	Классификация коптеров по размеру рамы и особенности их эксплуатации.	Изучение разнообразия коптеров по размеру рамы и особенностей их эксплуатации (тинивуп, синевуп, фристайл, гоночный, дальнополёт).
9.	Тренировка на компьютерном полётном симуляторе (свободный режим).	Оттачивание навыков управления БЛА. Понимание органов управления.
10.	Интегральный гироскоп.	Изучение устройства и принципа работы интегрального гироскопа.
11.	Интегральный акселерометр.	Изучение устройства и принципа работы интегрального акселерометра.
12.	Интегральный магнитометр (компас).	Изучение устройства и принципа работы интегрального магнитометра. Понятие анизотропных материалов.
13.	Интегральный барометр.	Изучение устройства и принципа работы интегрального барометра.
14.	Глобальные навигационные системы (Глонасс, GPS и т.д.).	Изучение принципа работы глобальных навигационных систем. Глобальные навигационные системы стран.
15.	Ультразвуковые и оптические сонары.	Изучение устройства и принципа работы ультразвукового или оптического сонаров для определения расстояний.
16.	Двигатели.	Изучение устройства и принципов работы коллекторных и бесколлекторных двигателей. Характеристики и удельные параметры двигателей.

17.	Регуляторы оборотов (ESK).	Изучение устройства и принципа работы регуляторов оборотов.
18.	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.
19.	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.
20.	Воздушные винты.	Изучение основных технических параметров (шаг, форма, диаметр и т.д.) и аэродинамики воздушных винтов. Маркировка винтов.
21.	Аэродинамика БЛА самолётного типа. Органы механизации крыла (закрылки, элероны и т.д.).	Аэродинамика БЛА самолётного типа. Основные понятия. Аэродинамические силы и моменты. Закон Бернули.
22.	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)
23.	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.
24.	FPV-камеры. Видеопередатчики. Виды разъёмов антенн.	Виды камер. Цифровые и аналоговые передатчики видеосигнала. Виды разъёмов антенн. Сопряжение видеопередатчика и видеоприёмника.
25.	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.
26.	Системы РЭБ, классификация, принципы работы.	Изучение существующих систем РЭБ и принципов их работы.
27.	Огневые задачи 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.
28.	Подключение и настройка дополнительных модулей.	Подключение и настройка модулей: - захвата груза;- LED – модуля; - камеры машинного зрения;- GPS модуля;- ультразвукового модуля для полётов в системе «Locus»,- платы-адаптера с оптическим дальномером.
29.	Программирование БЛА. Написание полётных программ в среде TRIX Studio.	Блочное программирование. Написание программ для автономных полётов на языке LUA. Загрузка полётных заданий. <i>Полёт по точкам. Программирование: LED-модуля, модуля захвата груза, камеры машинного зрения.</i>
30.	Настройка оборудования для FPV полётов (полёты от первого лица)	Установка, подключение и настройка камеры для FPV полётов. Пробные полёты.
31.	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» «X-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)

- Гололобов В.Н., Ульянов В.И. Беспилотники для любознательных. - СПб.: «Наука и техника», 2018.
- Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – Спб.: БХВ-Петербург, 2016.
- Астахова Н.Л. Дроны и их пилотирование. С чего начать. – Спб.: БХВ-Петербург, 2021
- Килби Т. Дроны с нуля: Перевод с англ. – Спб.: БХВ-Петербург, 2016
- Литвиненко В.И., Ногинов Ю.В. Борьба с беспилотными летательными аппаратами. – Москва: Кронус, 2021.
- Геоскан Пионер. Документация. URL: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/index.html> (дата обращения 01.09.2023).
- 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>.
- 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).
- Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: URL: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 16.08.2021).
- Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. URL: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_aerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 16.08.2021).
- 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. URL: <http://tech-nomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 16.08.2021).
- Мартынов А.К. Экспериментальная аэrodинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950.
- Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005.

(дополнительная)

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