

Министерство образования и науки республики Татарстан
Отдел образования Исполнительного комитета Нурлатского муниципального района РТ
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр детского творчества «Килэчэк» Нурлатского муниципального района Республики Татарстан

Принято на заседании педагогического совета
Протокол № 1
От «01» 09 20 25 г.

«Утверждаю»
Директор МБУ ДО «ЦДТ «Килэчэк» НМР РТ
 О.Г. Терентьева
Приказ № 01
От «01» 09 20 25 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
« «Феникс FPV»**

Направленность: техническая
Возраст обучающихся: 13-17 лет
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Булугин Леонид Анатольевич
Педагог дополнительного образования

Информационная карта образовательной программы

1	Образовательная организация	МБУ ДО «Центр детского творчества « Килэчэк» НМР РТ
2	Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технического направления «Феникс FPV»
3	Направленность программы	Техническая направленность
4	Сведения о разработчиках	
4.1	ФИО, должность	Булыгин Леонид Анатольевич, педагог дополнительного образования
5	Сведения о программе	
5.1.	Срок реализации	1 год
5.2.	Возраст учащихся	13-17 лет
5.3.	Характеристика программы: - тип программы - вид программы - принцип проектирования программы - форма организации содержания и учебного процесса	- модифицированная - общеобразовательная - ориентация на метапредметные и личностные результаты образования - групповая
5.4.	Цель программы	Формирование у учащихся устойчивых теоретических и практических навыков в области проектирования, конструирования и эксплуатации беспилотных авиационных систем посредством кейсовой системы обучения и проектно-исследовательской деятельности учащихся.
6	Формы и методы образовательной деятельности	
7	Форма мониторинга результативности	Тестирование, анкетирование, опрос, практическое задание.
8	Результативность реализации программы	
9	Дата утверждения и последней корректировки программы	2.09.2025
10	Рецензенты	

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

УРОВЕНЬ ПРОГРАММЫ: базовый

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОГРАММЫ заключается в современных тенденциях развития роботизированных комплексов в авиации, которые получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС). В настоящее время наблюдается особенный интерес 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.

Описываемая программа включает в себя интеграцию достижений современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. Занимаясь по данной программе, учащиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата (далее - БПЛА), принципы работы всех его систем и их взаимодействия.

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.

Программа учитывает следующие нормативные документы:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";
- Федеральный закон от 31.07.2020г. № 304 – ФЗ « О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»
- СП № 2.4.3648-20 «Санитарно – эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года от 31.03.2022 № 678-р
- Федеральный проект «Успех каждого ребенка» в рамках Национального проекта «Образование», утвержденного Протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 3.09.2018 № 10
- Приказ Министерства Просвещения РФ от 3.09.2019 г. № 467 «Целевая модель развития региональных систем дополнительного образования детей»
- Федеральный закон от 13.07.2020г. №189-ФЗ «О государственном (муниципальном) социальном заказе на оказание государственных (муниципальных) услуг в социальной сфере»
- Приказ Министерства Просвещения РФ от 27.07.2022г. №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
- Приказ Министерства Просвещения РФ от 5.08.2020г. № 882/391 « Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»

- Письмо Министерства образования и науки РТ от 07.03.2023 №2749/23 «О направлении методических рекомендаций по проектированию и реализации дополнительных общеразвивающих программ (в том числе адаптированных) в новой редакции».

- Устав МБУ ДО «Центр детского творчества «Килэчэк» НМР РТ

НОВИЗНА программы заключается в том, что она интегрирует в себя достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения учащиеся получают 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 прикладных теоретических знаний у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них практических навыков (работа в мастерской и хайтек) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

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 учащихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ формирование у учащихся устойчивых теоретических и практических навыков в области проектирования, конструирования и эксплуатации беспилотных авиационных систем посредством кейсовой системы обучения и проектно-исследовательской деятельности учащихся.

ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Обучающие:

- способствовать формированию у учащихся знаний, умений и навыков в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА;
- обучить технологическим навыкам конструирования;
- обучить основам радиоэлектроники и схемотехники,
- программирования микроконтроллеров.

Развивающие:

- развить навыки самостоятельной работы в учебно-познавательной деятельности;
- способствовать развитию технического мышления и творческого подхода к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

Воспитательные:

- формировать умение продуктивно работать в команде;
- приобщать к планированию работы по реализации замысла, предвидению результата и достижению его;
- способствовать воспитанию организационно-волевых качеств личности для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль.

АДРЕСАТ ПРОГРАММЫ. Возраст учащихся 13-17 лет

ОБЪЕМ ПРОГРАММЫ: 144 часа ежегодно: 9 месяцев 36 недель.

ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА: очная, аудиторная, групповая

СРОК ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ: 1 год

РЕЖИМ ЗАНЯТИЙ: 2 раза в неделю по 2 часа (4 часа в неделю)

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН 1 ГОДА ОБУЧЕНИЯ

№	Название, разделы, темы	Количество часов			Форма организации занятий	Форма аттестации
		Всего	Теория	Практика		
1	Введение	4	2	2	беседа	
	Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка	50	25	25	опрос, выполнение практического задания	Выполнение практического задания
	Ортофотосъемка	10	5	5	опрос, выполнение практического задания	Выполнение практического задания
	Устройство и принцип работы квадрокоптера	20	10	10	тестирование, выполнение практического задания	тестирование
	Устройство FPV	20	10	10	опрос, выполнение практического задания	Выполнение практического задания
	Автономные полёты	38	10	28	выполнение практического задания	выполнение практического задания
	Итоговое тестирование	2	1	1	тест	тестирование
	ИТОГО	144	63	81		

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 1 ГОДА ОБУЧЕНИЯ

1. Введение

Теория: Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. История БПЛА. Россияне, влиявшие на направление. Правовые основы. Техника безопасности. Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения. Принципы управления, виды и строение БПЛА. Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера. Правила техники безопасности.

Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах. Аэродинамика — наука о полете. Законы аэродинамики. Задания, демонстрирующие законы аэродинамики в действии.

2. Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка

Теория: Изучение онлайн программ по картографии на основе Народной карты Яндекс. Изучение программ для создания полетных заданий с целью построения 3D моделей и сферических панорам. Построение 3D модели из фотографий, полученных во время аэросъемки. Создание сферической панорамы.

Практика: Создание карт местности и как внесенные тобой объекты улучшают её, создание ортофотоплана, 3D моделей и панорам с помощью БПЛА.

3. Ортофотосъемка

Теория: Профессиональная техника DJI. Развертывание, включение, настройка. Знакомство с ПО AgisoftPhotoscan. Основные рабочие элементы. Принципы работы ПО на готовых примерах.

Практика: создание ортофотоплана и карты высот линейного объекта с помощью квадрокоптера.

4. Основы электричества

Теория: Основные понятия электричества. Светодиод. Закон Ома. Работа с мультиметром. Тактовая кнопка. Основы пайки. Основы для начинающих, технология, виды и материалы, тонкости.

ПРАКТИКА: СВЕЯЩИЙСЯ ДИОД. РАСПАЙКА.

5. Устройство и принципы работы квадрокоптера

Теория: Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор. Плата разводки питания. Связь «коптер - контроллер- передатчик-аппаратура управления». Рама квадрокоптера. Оптимальная конструкция, лучшие материалы. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка. Предназначение, виды и функционал. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления. Повторение принципа работы. Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе. Инструктаж по ТБ. Учебные полеты. Взлет и посадка. Принципы управления. Учебные полеты. Удержание высоты. Принципы удержания высоты. Учебные полеты. Движение в разных плоскостях. Теория: Основные приёмы управления квадрокоптера. Разбор полетов. Основные ошибки. Разбор основных ошибок. Учебные полеты. Упражнения на маневрирование. Основы полетов.

Практика: Полеты на симуляторе. Предназначение, применение и принцип работы. Соединение с аккумулятором, проверка работы. Виды, материалы, сборка. Сборка деревянной рамы с установкой моторов. Установка полетного контроллера CC3D на квадрокоптер. Настройка полетного контроллера и аппаратуры. Полеты на симуляторе. Выполнение

упражнений. Выполнение упражнений. Выполнение упражнений. Работа над ошибками. Учебные полеты. Прохождение трассы.

6. FPV- оборудование

Теория: Оборудование для видеотрансляции. Настройка. Связь приемник-передатчик, качество передачи. Учебные полеты с использованием FPV. Принципы управления.

ПРАКТИКА: НАСТРОЙКА FPV.УЧЕБНЫЕ ПОЛЕТЫ.

7. Система глобального позиционирования GPS

Теория: Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА. Виды систем GPS. Недостатки современных систем и варианты замены GPS на другие системы позиционирования в пространстве.

Практика: Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования. Полевые испытания БПЛА с GPS. Полет по заданному маршруту. Возвращение в точку взлета в экстренных ситуациях. Картография местности с помощью БПЛА.

8. Автономное пилотирование БПЛА

Теория: Сборка мультироторной системы для автономных полетов. Настройка и установка дополнительного оборудования для автономных полетов. Калибровка камеры. Навигация по Optical Flow. Визуализация с помощью rviz. Создание мультироторной системы, следующей по траектории- линии. Создание мультироторной системы, выполняющей задание по перевозке грузов. Создание мультироторной системы для мониторинга городских пространств.

Практика: Устройство мультироторных систем. Подробная настройка образа Clever. Решение прикладных задач, связанных с БПЛА.

9. Итоговое тестирование

Подведение итогов работы за год.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ к концу первого года обучения учащиеся

Личностными результатами освоения программы являются:

- проявление познавательных интересов и активности;
- развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности;
- проявление технико-технологического мышления.

Метапредметными результатами освоения программы являются:

- умение слушать и задавать вопросы;
- навык решение изобретательских задач;
- навыки проектирования;
- умение работать в команде,
- мышление на несколько шагов вперед;

- осмысленное следование инструкциям;
- соблюдение правил техники безопасности;
- формируется ответственность;
- осознание своих возможностей;
- способность нахождения оптимального решения;
- внимательность и аккуратность.

Предметными результатами освоения базового уровня программы являются:

- знание устройства и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА;
- создания ортофотопланов и 3D-моделей с возможностями облачной обработки, автоматической мультиклассификации и - работы в стереорежиме в программе Agisoft Photoscan;
- умение самостоятельно выполнять видеопилотирование или «полеты по камере» FPV (First Person View);
- знание основ микроэлектроники и программирования микроконтроллеров;
- знание основных приёмов конструирования летательных аппаратов;
- умение создавать коптеры и другие летательные аппараты;
- умение самостоятельно решать технические задачи в процессе работы.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.

-Техническое оборудование

Интерактивная доска

ПК

Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе

-Наглядный материал

Плакаты

-Материалы для выполнения

Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)

Комплект для FPV-полетов (камера, видео передатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)

Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (микрокомпьютер, цифровая видеокамера, ПО)

6. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ / ПРОВЕРКИ

Формы аттестации:

Входной контроль - проводится в сентябре 1 года обучения.

Формой начальной диагностики (входного контроля) является опрос - позволяет выявить начальный уровень подготовки и оценить результативность программы.

Промежуточная аттестация - проводится в декабре 1 года обучения, с целью выявления уровня освоения теоретической и практической подготовки учащихся по программе за 1 год обучения.

Форма – включенное педагогическое наблюдение – помогает на всех этапах программы отслеживать качество усвоения учениками знаний и умений

Итоговая оценка качества освоения программы - проводится в мае 1 года обучения.

Форма – Защита проектных работы – проверяют достигнутый учениками уровень владения умением создания приложений, помогают находить ошибки в программе и оперативно их исправлять, демонстрируют достижения учеников

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРОГРАММЕ

Вопросы к тестированию

1. Что обозначает аббревиатура "FPV"
 - а) Полет по камере
 - б) Полет от первого лица-
 - в) полет без камеры
2. Какой тип мотора самый распространенный на современных квадрокоптерах
 - а) асинхронный
 - б) безколлекторный-
 - в) коллекторный
 - г) бензиновый
3. Минимальное количество каналов для радиоуправления дроном
 - а) 2
 - б) 4-
 - в) 6
 - г) 8
4. Сколько электромоторов у бикоптера
 - а) 2-
 - б) 3
 - в) 5
 - г) 6
5. "Точка невозврата" это:
 - а) опасное место, где по разным причинам часто теряются дроны
 - б) отметка на карте, где дрон потерпел аварию
 - в) место, запрещенное для полетов и обозначенное точкой на карте

- г) максимальное расстояние, с которого возможно долететь до места-
6. "Тангаж" это:
- а) наклон дрона вправо/влево-
 - б) подъем груза
 - в) съемочный прием в кино
 - г) внезапная остановка двигателей
7. Зачем на дроне соседние пары моторов вращаются в противоположные стороны
- а) для компенсации турбулентности
 - б) для противодействия воздушным вихрям
 - в) для компенсации реактивного момента-
 - г) для экономии энергии и увеличения продолжительности полета
8. Кто отвечает за безопасность при полетах дрона
- а) диспетчер зоны полетов
 - б) помощник-наблюдатель
 - в) заказчик работ
 - г) пилот дрона-
9. Укажите сферы применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)
- а) доставка медикаментов, грузов и еды в труднодоступные места
 - б) обнаружение лесных пожаров
 - в) фото и видеосъемка
 - г) все вышеперечисленное-
10. Что обязательно нужно проверить перед вылетом
- а) затянутость гаек пропеллеров и отсутствие болтающихся проводов
 - б) крепление и целостность защиты пропеллеров
 - г) заряд аккумуляторов и правильность установки пропеллеров
 - г) все вышеперечисленное-

Одним из результатов реализации образовательной программы продолжительностью 144 часа определено: создание, выполнение и испытание проекта беспилотной авиамодели самолетного типа (летающее крыло).

7. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы для педагога

1. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета [Электронный ресурс] / Ю.С.Белинская // Молодежный научно-технический вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – № 4. – Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером [Электронный ресурс] / А. Е. Гурьянов // Инженерный вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – № 8. – Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения: 31.10.2016).
4. Основы аэродинамики и динамики полета [Электронный ресурс]. – Рига, 2010. – Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf. – (Дата обращения: 31.10.2016).
5. Канатников А.Н. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости [Электронный ресурс] / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев // Наука и образование. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика [Текст] / А.К. Мартынов. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. – 479 с.
7. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы [Текст] / И.В. Мирошник. – СПб: Питер, 2005. – 337 с.

Список литературы для учащихся

1. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html. (Дата обращения: 31.10.2016).
2. Alderete T.S. Simulator Aero Model Implementation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>. (Дата обращения: 31.10.2016).
3. Bouadi H. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter [Текст] / H. Bouadi, M. Tadjine. – World Academy of Science, Engineering and Technology, 2007. – Vol. 25. – P. 225-229.
4. Madani T. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE [Текст] / T. Madani, A. Benallegue // RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – 2006. – P. 3255-3260.
5. Dikmen I.C. Attitude control of a quadrotor [Текст] / I.C. Dikmen, A. Arisoy, H. Temeltas // 4-th International Conference on Recent Advances in Space Technologies. – 2009. – P. 722-727.
6. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter [Электронный ресурс] / T. Luukkonen // School of Science, Espoo, 2011.

– P. 26. – Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf. (Дата обращения: 31.10.2016).

7. Murray R.M. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation [Текст] / R.M. Murray, Z. Li, S.S. Sastry. – SRC Press, 1994. – 474 p.

8. Zhao W. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization [Текст] / W. Zhao, T. Go Hiong // Journal of the Franklin Institute, 2014. – Vol. 351. – P. 1335-1355.

9. Лекции от «Коптер-экспресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>. (Дата обращения: 21.10.2017).

8. ПРИЛОЖЕНИЕ

- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Формы и режим занятий

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

Для организации образовательного процесса необходимо использовать различные формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда учащимся предлагается к следующему занятию ознакомиться 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 учащимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда учащиеся синхронно работают под контролем педагога;

- самостоятельная работа, когда учащиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

- метод кейсов, "мозговой штурм", метод задач и метод проектов. 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.

Программа подразумевает следующие методики и образовательные технологии, в процессе которых у учащихся происходит развитие soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов):

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

- КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК