

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
МКУ ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ МР АБЗЕЛИЛОВСКИЙ РАЙОН
МБОУ ДО «СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ»

Принята на заседании
педагогического совета
от «27»09 2024 г.
Протокол № 1

Утверждено
приказом по МБОУ ДО СЮТ
№9§1 от 27.09.2024 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Основы конструирования беспилотных летательных аппаратов»

Направленность: техническая
Уровень: базовый
Возраст обучающихся: 10-14 лет
Срок реализации: 1 год
Объем часов: 144 ч
Срок реализации с 01.09.2024г. по 31.05.2025г.

Автор-составитель:
Фазлетдинов Салават Нажипович,
педагог дополнительного образования

с.Аскарово, 2024 г.

Содержание

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
2. УРОВЕНЬ ОСВОЕНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
3. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ
4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ
5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
6. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
7. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ
8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
9. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
10. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРАВИЛА ВЫБОРА ТЕМЫ ПРОЕКТА.
11. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ПРОЕКТА
12. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПРИМЕР КЕЙСА

Раздел 1. Комплекс основных характеристик образования

1.1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) с дистанционным управлением, в частности мультикоптеров. И если раньше БПЛА воспринимались большинством людей лишь как высокотехнологичные игрушки, то сейчас ситуация изменилась. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

Изучение БПЛА позволит обучающимся ознакомиться с современными технологиями, разовьет их коммуникативные способности, навыки взаимодействия, самостоятельность при принятии решений, раскроет их творческий потенциал.

Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет техническую направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования 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.

Настоящая 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 в освоении программы.

Актуальность.

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.

Программа может быть использована при подготовке к Всероссийскому конкурсу для учащихся сельских школ «АгроНТИ».

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся 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.

Отличительная особенность Программы состоит в том, что изучение БПЛА дает возможность в дальнейшем объединить конструирование и программирование в одном курсе, что способствует интегрированию преподавания технологии, информатики, математики, физики, черчения, естественных наук с развитием инженерного мышления через техническое творчество.

Цель Программы – приобщение обучающихся к научно-техническому творчеству посредством ознакомления их с принципами действия и основами управления беспилотными летательными аппаратами.

Задачи Программы

Обучающие задачи

- научить основам конструирования и моделирования БАС;
- научить основам радиоэлектроники и схемотехники;
- научить летной эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС);
- научить основам проектной деятельности.

Развивающие задачи

- содействовать развитию самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- содействовать развитию способности к самореализации и
- целеустремлённости;
- содействовать развитию технического мышления и творческого подхода к работе;
- содействовать развитию навыков научно-исследовательской, инженерно-

конструкторской и проектной деятельности;

- содействовать развитию ассоциативной возможности мышления;

Воспитательные задачи

- содействовать воспитанию у обучающихся навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений;
- содействовать формированию коммуникативной культуры, внимания, уважения к людям;
- содействовать воспитанию трудолюбия, развитию трудовых умений и навыков, расширению политехнического кругозора и умения планировать работу по реализации замысла, предвидения результата и его достижения;
- содействовать формированию способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности;

Возраст детей

Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (11 – 14 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 11 – 14 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.

Наполняемость групп (15 человек);

Предполагаемый состав групп: дети возраста 11 – 14 лет, группа формируется в зависимости от начальных знаний и возраста детей

Условия приема: принимаются все желающие, не имеющие медицинских противопоказаний.

Сроки реализации программы

Программа рассчитана на 1 год обучения в количестве 72 академических часа. В дальнейшем подразумевается реализация второго года обучения.

В каникулярное время организовываются смены профильного лагеря.

Программа ежегодно обновляется с учетом развития науки, техники,

культуры, экономики, технологий и социальной сферы.

Формы и режим занятий

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

Занятия групп 1 год обучения проводятся 1 раз в неделю по 2 часа. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

Ожидаемый результат по образовательному компоненту программы:

- приобретение обучающимися знаний в области конструирования и моделирования БАС;
- приобретение обучающимися знаний в области летной эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС);
- приобретение обучающимися знаний в области радиоэлектроники и схемотехники;
- приобретение обучающимися знаний в области программирования микроконтроллеров;
- приобретение обучающимися знаний в области проектной деятельности.

Ожидаемый результат по развивающему компоненту программы:

- развитие самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- развитие технического мышления и творческого подхода к работе;
- развитие навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- развитие ассоциативной возможности мышления;

Ожидаемый результат по воспитательному компоненту программы

- воспитание у обучающихся навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений;
- сформированность коммуникативной культуры, внимания, уважения к людям;
- воспитание трудолюбия, развитию трудовых умений и навыков, расширению политехнического кругозора и умения планировать работу по реализации замысла, предвидения результата и его достижения;
- сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

Формы промежуточного контроля:

- опрос
- соревнования
- отчет о проделанной работе
- конкурсы
- защита проектов
- практическая работа
- смотр знаний, умений и навыков
- Зачет
- рейтинг
- видеоотчет
- тестовые полеты на симуляторе

Формы итогового контроля:

- тестирование моделей;
- соревнование;
- рейтинг;
- смотр ЗУН;
- отчет о проделанной работе;
- защита проекта.

Формы аттестации учащихся:

Тренировки	конкурс	соревнование
Выполнение определенных нормативов	Получение определенного количества баллов	Призовые места
Физические упражнения	Призовые места на НПК	кружковые
Закрепление ЗУН	внутриучрежденческие	районные
Настройка моделей	Районные	Городские
	зональные	Зональные
	республиканские	Республиканские
	российские	Российские
		классификационные

Основной упор сделан на соревнования в классе гоночных квадрокоптеров F3U .

Изготовленные квадрокоптеры оцениваются на основании следующих критериев:

- устойчивость в полете модели;
- управляемость авиамодели, квадрокоптера;
- сложность модели;
- актуальность новизна;

- применение новых материалов;
- оригинальность идеи;
- творческий подход;
- самостоятельность при выполнении модели;

При реализации программы используются следующие методы обучения:

Словесный	Наглядный	Практический
Беседа	Показ видеоматериалов, чертежей, схем, видео инструкций, этапов работы, и.т.д.	Выполнение различных заданий по сборке моделей, программированию, прошивке, и.т.д.
Объяснение	Показ педагогом приемов исполнения	Упражнения в симуляторе
Рассказ	Работа по образцу	Тренировочные полеты
Анализ работы	Анализ видео и.т.д.	соревнования

На начальном этапе преобладает репродуктивный метод, который применяется для изготовления и запуска несложных летающих моделей. Изложение теоретического материала и все пояснения даются одновременно всем членам объединения. Подача теоретического материала производится параллельно с формированием практических навыков обучающихся. Отдельные занятия проходят в форме диспута, конкурса, игры.

В дальнейшем обучающиеся работают по проекту. Здесь уже основным методом становится проблемный метод. Главное – идея, актуальность, новизна, применение доступных новых материалов, при изготовлении модели в данное время. Здесь надо учесть, что педагог только направляет обучающегося, и помогает только в трудных моментах. Выбирают модель чертеж, и вместе с педагогом вносят изменения (по применению материала, изменению геометрических размеров модели, профиля крыла и.т.д.)

При проведении занятий используется также метод консультаций и работы с технической, справочной литературой, интернет- ресурсами, а также по пособиям по изготовлению бумажных, схематических и пенопластовых моделей и.т.д. Обучающиеся готовят сообщения по основным вопросам.

Для успешного проведения занятий очень важна подготовка к ним, заключающаяся в планировании работы, подготовке материальной базы и самоподготовке педагога.

В этой связи продумывается необходимая литература, отмечаются новые термины и понятия, которые следует разъяснить ребятам, выделяется теоретический материал, намечается содержание беседы или рассказа,

подготавливаются наглядные пособия, готовится в необходимом количестве и в соответствующем состоянии инструмент. Также подбирается соответствующий дидактический материал, чертежи, шаблоны (в необходимом количестве комплектов), образцы моделей, которые в течение года будут строить юные моделисты.

Формы организации образовательного процесса:

Презентация	Систематизация знаний	выставка
Мастер-класс	зачет	соревнование
Лекция	демонстрация	тренировка
Обобщение знаний	Углубление знаний	видеопрезентация
Консультация	Мозговой штурм	
Конференция	Метод проектов	
	Метод кейсов	
	Самостоятельная работа	

Используются следующие образовательные технологии:

- личностно-ориентированного обучения,
- технология индивидуального обучения,
- технология группового обучения
- технология проектной деятельности
- технология исследовательской деятельности
- информационно-компьютерные технологии (powerpoint, мессенджеры).

Работа с родителями учащихся или их законными представителями:

- регулярное информирование родителей об успехах и проблемах их детей;
- организация родительских собраний, происходящих в режиме обсуждения наиболее острых проблем обучения и воспитания школьников;
- привлечение членов семей обучающихся к организации и проведению дел объединения;
- организация в объединении семейных праздников, конкурсов, соревнований, направленных на сплочение семьи и СЮТ.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Раздел 1.

Разделы	Наименование темы	Объем часов			Форма контроля
		Всего часов	В том числе		
			Теория	Практика	
1	2	3	4	5	6
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	16	8	8	
	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)	3	2	1	Практическая работа с зарядными устройствами.
	6. Технология пайки. Техника безопасности.	2	1	0	Пайка проводов.
	7. Обучение пайке.	2	1	1	
	8. Полёты на симуляторе.	5	0	5	Полёты на симуляторе.
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	22	5	17	Практическая работа
	1.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	1	1	Сборка и настройка квадрокоптера
	2.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	1	1	
	3.Сборка рамы квадрокоптера.	4	0	4	
	4.Пайка ESC, BEC и силовой части.	3	2	1	
	5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	1	0	1	
	7. Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	0	
	8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	4	0	4	Учебные полёты

	«удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1	0	1	Учебные полёты
	9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1	0	1	Учебные полёты
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	5	1	4	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.	2	0	2	Полёты «от первого лица».
Блок 4.	Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.	10	6	4	Практическая работа
	1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	5	3	2	Программирование контроллеров
	2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	5	3	2	
Блок 5.	Работа в группах над инженерным проектом.	18	4	14	Практическая работа
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	5	1	4	Самостоятельная
	2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	5	1	4	подготовка групповых инженерных проектов.
	3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	6	2	6	
	4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	2	0	0	самостоятельно
	Итоговый контроль	1	0	1	Защита проекта
	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	1	0	1	
	Итого:	72	24	48	72

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1 год обучения

Раздел 1

№ 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 строения мультикоптеров. 3. Техника безопасности полётов Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение) 5. Технология пайки. Техника безопасности. 6. Обучение пайке. 7. Полёты на симуляторе.	1. Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. 2. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. 3. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. 4. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. 5. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием. 6. Техника безопасности при пайке. 7. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. 8. 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.	1. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. 2-7. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и

	3. Сборка рамы квадрокоптера. 4. Пайка ESC, ВЕСи силовой части. 5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления. 6. Настройки полётного контроллера. 7. Инструктаж по технике безопасности полетов. 8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «перемещение «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций. 9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка»,	регуляторов. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. 8-9. 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.	1. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. 2. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторные системы. 3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.
Блок 4.	Программирование мультиторных систем. Автономные полёты. 1. Основы микроэлектроники и программировании микроконтроллеров 2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков. 2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»: основы программирования, написание простых программ.

		Установка микроконтроллеров на мультитротронные системы.
Блок 5.	Работа в группах над инженерным проектом. 1. Принципы создания инженерной проектной работы. 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования. 3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». 4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	1. Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. 3. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». 4. Подготовка и проведение презентации по проекту.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел Илитема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательн ого процесса	Дидактическ ий материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторны х систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	Лекция, дискуссия практическ ое занятие	Беседа по теме занятия, индивидуальн ая работа с ПО	Записи в тетрадах, справочный материал из ПО для полетов	Интерактив ная доска, ноутбук с ПО, RC- пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическ ое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальн ая работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Интерактив ная доска, ноутбук с ПО, квадрокопте р, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноручно собранным квадрокоп тере
Настройка, установка FPV – оборудования	Лекция, дискуссия, практическ ое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальн ая работа с ПО	Справочный материал из ПО для полетов	Интерактив ная доска, ноутбук с ПО, квадрокопте р, очки для FPV- полетов, FPV-модуль	Выполнение полётов с FPV- оборудованием
Программирова ние мультироторны х систем. Автономные полёты.	Лекция, дискуссия, практическ ое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальн ая работа с ПО	Справочный материал ПО ArduinoIDE	Интерактив ная доска, ноутбук с ПО, квадрокопте р	Полет квадрокоптера в автономном режиме
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадах	Ноутбук, интерактивн ая доска	Защита проекта

Списки литературы

Литература для педагогов.

- 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 20.04.2014).
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 20.10.15)
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15)
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 20.10.15)
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. 11 Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 17.04.2014).
6. Колесников К.С., Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 1. Курс теоретической механики. М.:Изд-воМГТУим. Н.Э. Баумана, 2005.736 с. 11.Beard R.W. Quadrotor Dynamics and Control. Brigham Young University, October 3, 2008. P. 47.Режимдоступа: <http://rwbclasses.groups.et.byu.net/lib/exe/fetch.php?media=quadrotor:beardsquadrotornotes.pdf> (датаобращения 20.05.2014).
7. 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
8. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html (Дата обращения 20.10.15)
9. 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 об- ращения 25.05.2014).

10. 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.
11. 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/luu11_public.pdf (дата обращения 16.05.2014).
12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)
13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
14. 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. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
15. 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).
16. 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.
17. 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/luu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016).
18. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)

19. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
20. 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
21. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

Список литературы для детей

1. Гололобов В.Н., Ульянов В.И. Беспилотники для любознательных. СПб, Наука и техника, 2018 г.
2. Стасенко, А. Л. Физика полета / А. Л. Стасенко. – М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит., 1988. – 144 с.
3. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
4. Даль, Э.Н. Электроника для детей. Собираем простые схемы, экспериментируем с электричеством / Э. Н. Даль. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 288с. Интернет-ресурсы:
5. Лекции от «Коптер-экспресс»: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>;
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>;
6. Портал, посвященный квадрокоптерам: <http://alexgyver.ru/quadcopters/>

Список литературы для родителей

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

Приложение 1. Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования	Количество	Итого
1	Учебное оборудование			
1.1	Видеошлем для FPV пилотирования	Видеошлем для пилотирования	4,00	52000,00
1.2	Видеошлем для FPV пилотирования	Видеошлем для пилотирования	2,00	35000,00
1.3	Комплект гоночный коптер FPV пилотирования + Аккумулятор + Зарядное устройство	Квадрокоптер подойдет для пилотов любого уровня.	2,00	60000,00
1.4	комплект гоночный коптер FPV пилотирования + Аккумулятор + Зарядное устройство	Предназначен для полетов.	2,00	60533,60
1.5	Квадрокоптер для видеосъемки, профессиональный	Расширенная комплектация	1,00	110000,00
2	Компьютерное оборудование			
2.1	Ноутбук	17.3" Ноутбук HP Pavilion Gaming 17-cd2037ur + мышь в комплекте.	2,00	420000,00
2.2	3D-принтер тип 1 + Пластик для 3D-принтера	3D-принтер Flying Bear Ghost 5 + пластик 10 цветов PLA пластика Best filament для 3D-принтеров 1 кг (1,75 мм).	1,00	43000,00

Календарный учебный график
дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
«Беспилотные летательные аппараты»
Группа _____, год обучения _____,
педагог дополнительного образования _____

№ п/п	Дата проведения занятия	Тема занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Место проведения	Форма контроля
1						
2						
3						
4						
5						

Календарно-тематическое планирование и календарный учебный график

Календарно-тематическое планирование и календарно-учебный график являются обязательным приложением к настоящей Программе. Календарный учебный график составляется и утверждается по годам обучения для каждой группы в начале учебного года.

Реализация Программы в точном соответствии с учебным планом и календарным учебным графиком не всегда возможна. Причинами несоответствия (факторами риска) могут быть, командировки, семинары, карантин, активированные дни, отмена занятий из-за аварийных ситуаций.

Педагог дополнительного образования, реализующий Программу, имеет право вносить изменения в учебный процесс без ущерба для общего объема знаний, умений и навыков (перенос занятий, вынесение части объема учебного материала на самостоятельную работу – не более 10% от общего объема). При этом успешное прохождение промежуточной аттестации соответствующего года обучения или всего объема Программы подразумевает успешное освоение программы в полном объеме

Общие вопросы

- Что такое БПЛА?
- Как устроен и работает БПЛА?
- Какие данные он позволяет получить?
- Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

Термины:

- Аэросъемка
- Носители и полезная нагрузка
- Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- Фотомозаика
- Ортофотоплан

Материалы:

- Компьютер
- Интернет
- Архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)
- Квадрокоптер
- Фотоаппарат
- Штатив
- Google Maps
- Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки

Вопросы для теста

1. Кто впервые продемонстрировал миниатюрное радиоуправляемое судно

А) Никола Тесла

Б) Н. Винер

В) Попов

Г) Франклин.

2. Кто впервые предложил использовать летательные аппараты без человека

А) Каттеринг

Б) Жуковский

В) Можайский

Г) Ползунов

4. Дрон — это

А) «жужжащая птица».

Б) жук

В) стрекоза

Г) ворона,

6. квадрокоптеры это,

А) дроны , содержащие четыре пары лопастей.

Б) дроны для

В). научно-фантастическая трилогия Уильяма Гибсона

Г) виртуальный мир

9. В 1930—1940 гг. было разработано беспилотное «летающее крыло»

А) советским авиаконструктором Никитиным

Б) немецким инженером Вернером фон Брауном

В) советским ученым Крыловым

Г) советским ученым М В Келдышем

10 Где впервые использовались первые американские беспилотники

А) Во время войны во Вьетнаме 1964-1975 гг

Б) Во время войны в Ираке

В) Во время войны в Ливии

Г) Во время 2-й мировой войны

13. Цели использования дронов в космосе

А) для стыковки космических аппаратов.

Б) для выхода на поверхность Луны

В) для разведки военных объектов

Г) для наведения на космические цели

15. В разговорной речи дроном теперь называют

А) военные БПЛА;

- Б) квадрокоптеры
- В) ракеты
- Г) самолеты

Приложение 3.

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.

Примерные темы проектов:

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров.
7. Проектирование квадрокоптера-транспортировщика.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.