

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ БЮДЖЕТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ»

РЕКОМЕНДОВАНО
Педагогическим советом
ГБОДОРМ «РЦДОД»
Протокол №1
от «29» августа 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБОДОРМ «РЦДОД»

_____ Уткина О.А.

ГБОДОРМ "РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ", Врио
директора Ашаева Ольга Валерьевна 29.08.2025 10:11 (MSK),

Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа
«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

Направленность: техническая
Уровень программы: базовый
Возраст обучающихся: 11 - 17 лет
Срок реализации программы: 3 года (432 часа)
Форма обучения: очная
Язык обучения: русский

Автор-составитель:
Сергеев Кирилл Евгеньевич,
педагог дополнительного образования

Саранск, 2025

Структура программы

1. Пояснительная записка программы	3
2. Цели и задачи программы	7
3. Учебный план программы	8
4. Содержание учебного плана программы	8
5. Календарный учебный график программы	25
6. Календарный план воспитательной работы	32
7. Планирование результата освоение образовательной программы	33
8. Оценочные материалы программы	34
9. Формы обучения, методы, приемы и педагогические технологии	35
10. Методическое обеспечение программы	36
11. Материально - техническое оснащение программы	37
12. Список используемой литературы	40
ПРИЛОЖЕНИЯ	41

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, Потенциальный объем российского рынка может составить около 2,5 млн. устройств к 2025 г., к этому времени российский внутренний рынок может составить около 3 % от общемирового. В 2017 г. российский рынок продаж БАС оценивался в 163 млн. долларов (9,5 млрд. рублей), а к 2020 г. он может вырасти в 1,5 раза (оценка Aeronet). БПЛА становятся неотъемлемой частью повседневной жизни: по всему миру БПЛА используются не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появляются новые профессии, связанные с ростом рынка.

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

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Нормативные основания для создания дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы:

- Федеральный закон «Об образовании Российской Федерации» от 29. 12. 2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями);

- Концепция развития дополнительного образования, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 мая 2023 г. № 871 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской

Федерации» (внесены изменения в Концепцию развития дополнительного образования);

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27. 07 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам»;

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03. 09 2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития системы дополнительного образования детей»;

- Приказ Министерства образования республики Мордовия от 26. 06 2023 г. № 795-ОД «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в республике Мордовия» (с изменениями от 27.07.2023 г.);

- СанПин 2.4.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- Устав ГБОУ ДОМ «РЦДОД»;

- Локальный акт ГБОУ ДОМ «РЦДОД» «Положение о разработке, порядке утверждения, реализации и корректировки общеобразовательных программ».

Направленность программы – техническая.

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 разно уровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

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. 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 цехе) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

Отличительные особенности программы

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;

- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления; рефлексия.

Объём и сроки освоения программы

Срок реализации программы - 3 года

Продолжительность реализации всей программы 432 часа.

Отдельной части программы:

Модуль первого года обучения 144 часа в год;

Модуль второго года обучения 144 часа в год;

Модуль третьего года обучения 144 часа в год.

Возраст детей, участников программы и их психологические особенности

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Беспилотные летательные аппараты» ориентирована на работу с детьми 11 – 17 лет. Программа предусматривает возможность обучения в одной группе детей разных возрастов с различным уровнем подготовленности к занятиям техническим творчеством.

Программа предполагает освоение видов деятельности в соответствии с психологическими особенностями возраста адресата программы.

Наполняемость групп: максимум 15 человек.

Условия приема: принимаются все желающие, не имеющие медицинских противопоказаний

Формы и режим занятий

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

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

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

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

- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – *case*, *англ.*), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

При определении режима занятий учтены санитарно-эпидемиологические требования к организациям дополнительного образования детей. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа (продолжительность учебного часа 45 минут). Структура каждого занятия зависит от конкретной темы и решаемых задач.

В случае возникновения форс мажорных обстоятельств программа может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

2. Цели и задачи программы

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

Задачи

Обучающие задачи:

- формировать у обучающихся знания, умения и навыки в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА;
- обучить технологическим навыкам конструирования;
- обучить основам радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров.

Развивающие задачи:

- развивать навыки самостоятельной работы в учебно-познавательной деятельности;
- развивать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

Воспитательные задачи:

- формировать умение продуктивно работать в команде;
- формировать умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его;
- воспитывать организационно-волевые качества личности для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль.

3. Учебный план программы

№ п/п	Название курса, модуля, раздела	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1.	Модуль первого года обучения	60	84	144
2.	Модуль второго года обучения	28	116	144
3.	Модуль третьего года обучения	28	116	144

ИТОГО	116	316	432
--------------	------------	------------	------------

4. Содержание учебного плана программы

Модуль первого года обучения

1 полугодие

Тема 1: Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

- Вводная лекция о содержании курса.
- Устройство и принцип работы универсальной системы радиуправления
 - Принципы управления и строение мультикоптеров.
 - Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета
 - Основы техники безопасности полётов
 - Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.
 - Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)
 - Технология пайки. Техника безопасности.
 - Обучение пайке.
 - Визуальные полёты на симуляторе.

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание об устройстве и принципах строения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ученики познакомятся основами аэродинамики, будут иметь представление за счет чего летательные аппараты перемещаются по воздуху. Познакомятся с критически важными узлами в строении летательных аппаратов (ЛА). Познакомятся с основами электричества, освоят технологию пайки и распайки проводов и электронных компонент. Отработают визуальные полеты на симуляторе полета квадрокоптера.

Количество часов: 31

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по физике и механике, знание основ схмотехники, владение информацией об устройстве и функционировании узлов мультироторных систем, умение пользоваться

паяльником

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 2: Сборка и настройка квадрокоптера

- Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.
- Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.
- Сборка рамы квадрокоптера.
- Пайка ESC(электронного регулятора скорости), ВЕС(преобразователя питания) и силовой части.
- Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления
- Инструктаж по технике безопасности полетов.
- Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.
- Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание об устройстве и принципах строения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ученики получают навыки сборки БПЛА. Освоят пайку регуляторов и двигателей, сборку рамы квадрокоптера, программное обеспечение для настройки полетного контроллера. Познакомятся с системой передачи данных по каналу радиосвязи. Познакомятся с критически важными узлами в строении летательных аппаратов (ЛА). Познакомятся с основами электричества, освоят технологию пайки и распайки проводов и электронных компонент. Отработают самостоятельный полет и управление коптером. Научатся выполнять простые фигуры пилотажа.

Количество часов: 33

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по физике и механике, знание основ схемотехники, владение информацией об устройстве и функционировании узлов мультироторных систем, умение пользоваться паяльником

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 3. Подготовка проектных работ

Количество часов: 6

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 4. Защита проектов

Количество часов: 2

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

Место проведения: Аэроквантум.

2-е полугодие

Тема 1. Основы векторной графики

- Инструменты для работы с эскизами
- Построение и работа с эскизами
- Формирование простых объектов
- Формирование сложных объектов
- Перевод растровых изображений в векторные
- Работа с палитрой цветов и заливками

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения двумерных чертежей. Ученики познакомятся с программными продуктами CorelDraw и Компас 3D. Научатся самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в двумерной графике. Познакомятся с возможностью перевода растровых изображений в векторные для последующей возможной резки с помощью лазерного станка

Количество часов: 20

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по 2D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

Soft Skills: проактивность, пассионарность, межатраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 2. Основы лазерной резки

- Построение чертежей для резки на лазерном станке с помощью векторной графики
 - Резка и сборка полученных изделий
 - Проверка на прочностные характеристики и выполняемые функции
 - Переработка модели и повторная резка
 - Вывод и закрепление навыков лазерной резки

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения двумерных чертежей. Ученики

отработают свои навыки работы с программными продуктами CorelDraw и Компас 3D. Закрепят свои умения самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в двумерной графике. Получат возможность самостоятельно разработать собственную небольшую модель летательного аппарата. На основе фидбэка от преподавателя и своих коллег получают грамотную оценку результата своих творческих и технических работ.

Количество часов: 16

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по 2D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

Soft Skills: проактивность, пассионарность, междотраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 3. Основы 3D моделирования

- Виды программ для 3D моделирования
- Инструменты для работы с трехмерными фигурами
- Основы построения объемных фигур
- Простые фигуры (куб, пирамида, шар и т.д.)
- Выполнение индивидуального задания по построению трехмерных объектов

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения трехмерных объектов. Ученики познакомятся с программными продуктами SketchUp и SolidWorks. Научатся самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в трехмерной графике. Познакомятся с возможностью построения сложных фигур по точным размерам для последующей возможной печати на 3D принтере.

Количество часов: 14

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по 3D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

Soft Skills: проактивность, пассионарность, межатраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 4. Изучения принципа работы 3D принтера

- Форматы печати трехмерных объектов.
- Конвертация форматов для печати и настройки печати.
- Позиционирование изделий для печати. Выбор оптимальной ориентации объекта для увеличения прочностных характеристик.
- Печать на 3D принтере.

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание о принципах построения трехмерных объектов. Ученики отработают свои навыки работы с программными продуктами SketchUp и SolidWorks. Закрепят свои умения самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в трехмерной графике. Получат возможность самостоятельно разработать собственную небольшую модель произвольного объекта. На основе фидбэка от преподавателя и своих коллег получат грамотную оценку результата своих творческих и технических работ.

Количество часов: 14

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по физике и механике, новые знания по 3D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

Soft Skills: проактивность, пассионарность, межатраслевая коммуникация, системное мышление, мультиязычность, управление временем, умения пользоваться ИТ, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 5. Подготовка проектных работ

Количество часов: 6

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 6. Защита проектов

Количество часов: 2

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

Место проведения: Аэроквантум.

Модуль второго года обучения

Тема 1. Установка и настройка FPV (системы передачи видео с борта БПЛА)

- Устройство FPV. Применяемое оборудование, его настройка.
- Установка и подключение видеооборудования.
- FPV полёты на симуляторе.
- Пилотирование с использованием FPV- оборудования.

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понимание о возможностях управления БПЛА от первого лица. Они познакомятся с аппаратной частью, отвечающей за передачу сигнала с камеры дрона, на очки для пилотирования оператора. Также учащиеся отработают этот принцип полета на симуляторе для отработки своих навыков управлением дрона в новом режиме полета. При успешных полетах на симуляторе ученики смогут отработать свои навыки на реальном дроне в условиях открытого воздуха.

Количество часов: 18

Hard Skills: Владение информацией об устройстве и функционировании узлов мультироторных систем, знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 2. Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.

- Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров
- Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»
- Установка и настройка микроконтроллера на БПЛА.
- Тестирование и отладка полета БПЛА с использованием машинного зрения. Автономный взлет/посадка, зависание в точке.

Краткое содержание: Успешное освоение темы позволяет обучающимся овладеть навыками монтажа оборудования и установкой программного

обеспечения для подготовки и совершения дроном автономного полета. Обучающиеся проходят следующие темы: установка операционной системы, устройства ввода-вывода, настройка и подключение оборудования для автономного полета, взаимодействие электроники квадрокоптера с компьютером, автономный полет.

Количество часов: 32

Hard Skills: Знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 3. Знакомство с системой глобального позиционирования GPS.

- ПО для планирования миссии при автономном полете.
- Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА
- Полет по GPS
- Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся позволит освоить ПО для планирования миссии при автономном полете. Познакомятся с устройством и принципом работы системы глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Отработают навыки полета по GPS.

Количество часов: 14

Hard Skills: Способность настраивать и использовать для ориентирования квадрокоптера на местности электронный компас, знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 4. Подготовка проектных работ

Количество часов: 6

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 5. Защита проектов

Количество часов: 2

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 6. Программирование. Использование Arduino.

- Основы работы и программирования на Arduino.
- Применение платы Arduino.

Краткое содержание: Успешное освоение темы позволяет обучающимся овладеть навыками монтажа оборудования и установкой программного обеспечения. Обучающиеся проходят следующие темы: установка операционной системы, устройства ввода-вывода, настройка и подключение оборудования для Arduino, взаимодействие электроники квадрокоптера с компьютером.

Количество часов: 34

Hard Skills: Знание основ микроэлектроники, программирования

микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 7. Учебные полеты на БАС с фотокамерой.

- Основы аэросъемки.
- Применение фотокамеры для квадрокоптера.
- Учебные полеты.

Краткое содержание: Успешное освоение темы позволяет обучающимся овладеть навыками монтажа оборудования и установкой программного обеспечения. Учащиеся изучат основы аэросъемки. Отработают полеты с помощью ориентации по видеосвязи.

Количество часов: 12

Hard Skills: Знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники, видеомонтаж и аэросъемка.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 8. Разработка собственной рамы мультироторной системы.

- Изучение различных материалов, применение их в качестве рамы.
- Построение трехмерных моделей и виртуальной сборки будущей модели

- Изготовление разработанной модели

Краткое содержание: Ученики отработают свои навыки работы с программными продуктами SketchUp и SolidWorks. Закрепят свои умения самостоятельно рисовать простые и сложные объекты в трехмерной графике. Получат возможность самостоятельно разработать собственную модель рамы квадрокоптера. На основе фидбэка от преподавателя и своих коллег получат грамотную оценку результата своих творческих и технических работ. Получат возможность изготовить ее и протестировать полученную модель на летные характеристики.

Количество часов: 18

Hard Skills: информационные технологии, новые знания по физике и механике, новые знания по 3D моделированию, основы графического дизайна и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 9. Подготовка проектных работ

Количество часов: 6

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 10. Защита проектов

Количество часов: 2

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

Место проведения: Аэроквантум.

Модуль третьего года обучения

1 полугодие

Тема 1. Одноплатный компьютер Raspberry Pi

- Операционная система для Raspberry Pi.
- Установка и настройка операционной системы на Raspberry Pi.
- Консоль и консольные команды для ОС Raspbian
- Подсоединение Raspberry Pi к полетному контроллеру, их настройка
- Метки, их виды, ArUco-маркеры.
- Первый тестовый автономный полет дрона с Raspberry Pi.
- Отладка программы после первого автономного полета с Raspberry Pi.
- Второй тестовый автономный полет дрона с Raspberry Pi.

Краткое содержание: Успешное освоение темы позволит обучающимся овладеть навыками монтажа оборудования и установкой программного обеспечения для подготовки и совершения дроном автономного полета. Обучающиеся проходят следующие темы: что такое одноплатный компьютер Raspberry Pi, установка операционной системы, устройства ввода-вывода, настройка и подключение оборудования для автономного полета, взаимодействие электроники квадрокоптера с компьютером Raspberry Pi, автономный полет.

Количество часов: 34

Hard Skills: Знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 2. Программирование. Полет по ArUco-маркерам (по меткам)

- Настройка оборудования.
- Установка и подключение.
- Программирование БАС для полета по меткам.

Краткое содержание: Успешное освоение темы учащимся даст понятие

о принципе работы компьютерного зрения. Ученики научатся устанавливать и подключать систему компьютерного зрения. Отработают способности и навыки по программированию БАС для полета по ArUco-маркерам

Количество часов: 30

Hard Skills: Знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

Тема 3. Подготовка проектных работ

Количество часов: 6

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 4. Защита проектов

Количество часов: 2

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

Место проведения: Аэроквантум.

Второе полугодие

Тема 1. Работа в группах над инженерным проектом

- Принципы создания инженерной проектной работы.
- Разработка концепции проекта
- Работа в группах над инженерным проектом.
- Подготовка презентации собственной проектной работы
- Оценка MVP и работа над ошибками

Краткое содержание: Учащиеся освоят навыки разработки полноценного инженерного проекта. Познакомятся с системой подачи заявок на регистрацию результатов интеллектуальной деятельности. Познакомятся с системой патентования в РФ. Разработают полноценный полезный проект, результаты которого будут востребованы на рынке РФ.

Количество часов: 62

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление. гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Тема 2. Подготовка проектных работ

Количество часов: 6

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 3. Защита проектов

Количество часов: 2

Hard Skills: когнитивные технологии, проектное управление, системный анализ, теория принятия решений, материаловедение, информационные технологии.

Soft Skills: Командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление, системное мышление, гибкость и инновационность, управление временем, умение пользоваться ИТ на работе и в жизни, фокусировка на результате, демонстрация себя и результатов работы.

Место проведения: Аэроквантум.

Тема 4. Итоговая аттестация

- Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.

Краткое содержание: Ученики проводят мероприятие по защите собственных проектов, которые являются результатами их 3-х летнего обучения в кружке.

Количество часов: 2

Hard Skills: Знание основ микроэлектроники, программирования микроконтроллеров и схемотехники.

Soft Skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление.

5. Календарный учебный график программы

Модуль первого года обучения

№ занятия	Тема занятия	Теория	Практика	Количество часов	Планируемая дата	Фактич. дата	Формы контроля
Вводный модуль							
Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)		27	4	31			
1	Вводная лекция о содержании курса.	2	0	2			Наблюдение, опрос детей
1-2	Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления	1	3	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
3-5	Принципы управления и строение мультикоптеров	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
5-6	Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
7	Основы техники безопасности полётов Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. Литий-ионные аккумуляторы.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
8	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	1	1	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
9	Технология пайки. Техника безопасности.	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
10-11	Обучение пайке.	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
12-15	Визуальные полёты на симуляторе	8	0	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Сборка и настройка квадрокоптера	6	28	34			
16	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей

17	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
18-19	Сборка рамы квадрокоптера.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
20-21	Пайка ESC (электронного регулятора скорости), BEC (преобразователя питания) и силовой части.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
22-25	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
26	Инструктаж по технике безопасности полетов.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
27-28	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
29-33	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
34-36	Подготовка проектных работ	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
37	Защита проектов	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Углубленный модуль						
	Основы векторной графики	12	10	22			
38	Инструменты для работы с эскизами	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
39-40	Построение и работа с эскизами	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
41-42	Формирование простых объектов	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
44-45	Формирование сложных объектов	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ

46-47	Перевод растровых изображений в векторные	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
48-49	Работа с палитрой цветов и заливками	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Основы лазерной резки	7	9	16			
50-51	Построение чертежей для резки на лазерном станке с помощью векторной графики	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
52-53	Резка и сборка полученных изделий	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
54	Проверка на прочностные характеристики и выполняемые функции	1	1	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
55-56	Переработка модели и повторная резка	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
57	Вывод и закрепление навыков лазерной резки	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
	Основы 3D моделирования	3	11	14			
58	Виды программ для 3D моделирования	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
59-60	Инструменты для работы с трехмерными фигурами	1	3	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
61	Основы построения объемных фигур	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
62	Простые фигуры (куб, пирамида, шар и т.д.)	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
63-64	Выполнение индивидуального задания по построению трехмерных объектов	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Изучения принципа работы 3D принтера	6	8	14			
65-66	Форматы печати трехмерных объектов. Конвертация форматов для печати и настройки печати.	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
67-68	Позиционирование изделий для печати. Выбор оптимальной ориентации объекта для увеличения прочностных характеристик.	2	2	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ

69-70	Печать на 3D принтере.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
71-73	Подготовка проектных работ	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
74	Защита проектов	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
ИТОГО		60	84	144			

Модуль второго года обучения

№ занятия	Раздел/Тема	Теория	Практика	Всего часов	Планируем. дата	Фактич. дата	Формы контроля
	Вводный модуль						
	Установка и настройка FPV (системы передачи видео с борта БПЛА)	2	16	18			
1	Устройство FPV. Применяемое оборудование, его настройка.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
2-3	Установка и подключение видеооборудования.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
4-7	FPV полёты на симуляторе.	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
8-9	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.	4	28	32			
10-13	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	2	6	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
14-17	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	2	6	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
18-21	Установка и настройка микроконтроллера на БПЛА.	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
22-25	Тестирование и отладка полета БПЛА с использование машинного зрения. Автономный взлет/посадка, зависание в точке.	0	8	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ

	Знакомство с системой глобального позиционирования GPS.	8	6	14			
26	ПО для планирования миссии при автономном полете.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
27	Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
28-29	Полет по GPS	4	0	4			Лекция, наблюдение, опрос детей
30-32	Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
33-35	Подготовка проектных работ	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
36	Защита проектов	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Углубленный модуль						
	Программирование. Использование Arduino.	6	28	36			
37-45	Основы работы и программирования на Arduino.	4	14	18			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
45-53	Применение платы Arduino.	4	14	18			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Учебные полеты на БАС с фотокамерой.	6	8	14			
54	Основы аэросъемки.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
55-57	Применение фотокамеры для квадрокоптера.	2	4	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
57-59	Учебные полеты.	2	4	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Разработка собственной рамы мультироторной системы.	4	14	18			
60	Изучение различных материалов, применение их в качестве рамы.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей

61-63	Построение трехмерных моделей и виртуальной сборки будущей модели	2	4	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
64-68	Изготовление разработанной модели	0	10	10			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
69-71	Подготовка проектных работ	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
72	Защита проектов	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
ИТОГО		28	116	144			

Модуль третьего года обучения

№ занятия	Раздел/Тема	Теория	Практика	Всего часов	Планируем. дата	Фактич. дата	Формы контроля
	Одноплатный компьютер Raspber Pi	8	26	34			
1	Операционная система для Raspberry Pi.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
2-6	Установка и настройка операционной системы на Raspberry Pi.	2	8	10			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
7-10	Консоль и консольные команды для ОС Raspbian	2	6	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
11-13	Подсоединение Raspberry Pi к полетному контроллеру, их настройка	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
14-15	Метки, их виды, ArUco-маркеры.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
16	Первый тестовый автономный полет дрона с Raspberry Pi.	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
17	Отладка программы после первого автономного полета с Raspberry Pi.	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
18	Второй тестовый автономный полет дрона с Raspberry Pi.	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Программирование. Полет по ArUco-маркерам (по меткам)	4	26	30			
19-22	Настройка оборудования.	2	6	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ

23-26	Установка и подключение.	2	6	8			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
27-32	Программирование БАС для полета по меткам.		14	14			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
33-35	Подготовка проектных работ	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
36	Защита проектов	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Работа в группах над инженерным проектом	4	58	62			
37	Принципы создания инженерной проектной работы.	2	0	2			Лекция, наблюдение, опрос детей
38-39	Разработка концепции проекта	0	4	4			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
40-52	Работа в группах над инженерным проектом.	0	26	26			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
53-60	Подготовка презентации собственной проектной работы	2	14	16			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
61-67	Оценка MVP и работа над ошибками	0	14	14			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
68-70	Подготовка проектных работ работ к защите	0	6	6			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
71	Защита проектов	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
	Итоговая аттестация	0	2	2			
72	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.	0	2	2			Наблюдение, опрос детей, анализ работ
ИТОГО		28	116	144			

Примерные темы проектов

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в Биоквантуме.

7. Проектирование квадрокоптера-транспортировщика.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
10. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.

6. Календарный план воспитательной работы

Сроки проведения	Название мероприятия, события	Форма проведения	Направление / Практический результат и информационный продукт, иллюстрирующий успешное достижение цели события
Сентябрь	Всероссийская неделя безопасности дорожного движения	Беседа	Профилактическое/ фотоотчет
Октябрь	Международный день учителя (5 октября)	Информационно-познавательная беседа	Профессиональное фотоотчет
Октябрь	День отца (3-е воскресенье октября)	Викторина	Работа с семьей фотоотчет
Ноябрь	День народного единства (4 ноября)	Интеллектуальная игра	Патриотическое фотоотчет
Ноябрь	Неделя технической направленности	Интеллектуальная игра	фотоотчет
Декабрь	Всероссийский технологический диктант - 2023	Онлайн тест	Интеллектуальное фотоотчет сертификаты участия
Декабрь	Новый Год (1 января)	Творческое задание	Духовно-нравственное фотоотчет
Январь	День детских изобретений (17 января)	Викторина	Интеллектуальное фотоотчет
Февраль	День российской науки	Информационно-познавательная беседа	Патриотическое фотоотчет
Март	ИНЖЕНЕРНЫЕ Каникулы	Образовательный интенсив	Интеллектуальное фотоотчет
Апрель	Час истории «Космос - это мы!»	Викторина	Патриотическое фотоотчет
Май	Защита творческих проектов	Презентация проектов	Интеллектуальное фотоотчет

7. Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения программы, обучающиеся должны

знать:

- основы аэродинамики
- технологию и навыки конструирования;
- основы радиоэлектроники и схемотехники, программирования

микроконтроллеров.

уметь:

- моделировать и конструировать БАС;
- самостоятельно работать в учебно-познавательной деятельности;
- техническое мыслить;
- вести научно-исследовательскую, инженерно-конструкторскую и

проектную деятельность;

- продуктивно работать в команде;
- планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат

и достигать его;

- выполнять задачи усидчиво, настойчиво, с терпением и самоконтролем.

8. Оценочные материалы программы

№	Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Возможное количество баллов	Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов
1.	Знание основ аэродинамики. Умение моделировать и конструировать БПЛА	Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям Осмысленность и правильность использования специальной терминологии	обучающийся полностью владеет указанным навыком или знаниями, умеет самостоятельно и качественно применять на практике, может грамотно объяснить педагогу и другим обучающимся; имеются незначительные недочеты в теории либо практических работах, обусловленные прежде всего недостатком опыта; знания и умения на базовом уровне, но регулярно требуется контроль и помощь со стороны педагога и других обучающихся; знания и умения недостаточны, требуется постоянный контроль; имеются некоторые обрывочные знания и умения, но отсутствует мотивация к их получению;	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Наблюдение, тестирование
2.	Знание технологии конструирования БПЛА.	Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Наблюдение, тестирование
3.	Знание основ радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Собеседование, Контрольное задание

4.	Умение самостоятельно работать в учебно-познавательной деятельности.	Самостоятельность в подборе и анализе литературе Самостоятельность в использовании компьютерными источниками информации Самостоятельность в учебно-исследовательской работе	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Анализ Исследовательские работы Наблюдение
5.	Умение технически мыслить и творчески подходить к работе	Креативность в выполнении заданий	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание
6.	Сформированные навыки научно- исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности	Собственный либо командный проект	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Защита проекта
7.	Умение продуктивно работать в команде	Отсутствие конфликтов с другими участниками команды Знание своей роли в работе команды	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Наблюдение Командная игра
8.	Умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его	Четкие временные рамки каждого шага на пути к результату	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание
9.	Наличие у ребенка организационно-волевых качеств личности для успешной деятельности, таких как усидчивость, настойчивость, терпение,	Усидчивость и настойчивость при выполнении контрольных заданий	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание

	самоконтроль				
--	--------------	--	--	--	--

9.Формы обучения, методы, приемы, педагогические технологии

Формы занятий: наблюдение, тестирование, контрольный опрос (устный), анализ контрольного задания, собеседование (групповое, индивидуальное), самостоятельно выполненная, выставляемая после занятия в шкафах-витринах кружковой комнаты.

Методы и приемы организации образовательного процесса:

Методы:

- научности;
- доступности (обучающимся);
- результативности;
- воспроизводимости (другими педагогами);
- эффективности.

Приёмы:

- приёмы работы с текстовыми источниками информации;
- приёмы работы со схемами;
- приёмы работы с иллюстративными материалами;
- игровые приёмы;
- вербальные приёмы обучения.

Педагогические технологии:

- здоровьесберегающие(направлены на максимальное укрепление здоровья обучающихся);
- личностно-ориентированные (в центре внимания которых – неповторимая личность, стремящаяся к реализации своих возможностей и способная на ответственный выбор в разнообразных жизненных ситуациях);
- игровые (обладают средствами, активизирующими и интенсифицирующими деятельность учащихся. В их основу положена педагогическая игра как основной вид деятельности, направленный на усвоение общественного опыта);
- технологии коллективной творческой деятельности (предполагают

организацию совместных действий, коммуникацию, общение, взаимопонимание, взаимопомощь, взаимокоррекцию);

- коммуникативные (обучение на основе общения. Участники обучения - педагог - ребенок. Отношения между ними основаны на сотрудничестве и равноправии).

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

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

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

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

10. Методическое обеспечение программы

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория беспилотных летательных аппаратов	Лекция, дискуссия Практическое занятие	Беседа по теме занятия, индивиду	Записи в тетрадях, справочный материал	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, RC-пульт	Полёт на симуляторе

(БПЛА) Основы управления. Полёты на симуляторе		альная работа с ПО	из ПО для полетов		
Сборка и настройка квадрокоптер а. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивиду альная работа с ПО	Инструкци я по сборке, справочны й материал из ПО для полетов	Интерактивна я доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственно ручно собранном квадрокопт ере
Установка настройка, FPV – оборудовани я	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивиду альная работа с ПО	Справочны й материал из ПО для полетов	Интерактивна я доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	Выполнени е полётов с FPV- оборудован ием
Программиро вание мультироторн ых систем. Автономные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивиду альная работа с ПО	Справочны й материал ПО Python	Интерактивна я доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, МК Raspberry Py	Полет квадрокопт ера в автономном режиме
Знакомство с системой глобального позициониров ания	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивиду альная работа с ПО	Справочны й материал ПО для полетов	Интерактивна я доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, комплект GPS	Полет квадрокопт ера по заданному маршруту
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадах	Ноутбук, интерактивна я доска	Защита проекта

11. Материально-техническое оснащение программы

№ п / п	Наименование	Назначение/ краткое описание функционала оборудования
1	Учебное (обязательное) оборудование	
1. 1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера

1. 2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица
1. 3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (микрокомпьютер, цифровая видеокамера, ПО)	Комплект для программирования коптера
1. 4	Квадрокоптер	Квадрокоптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования
1. 5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе	Коптер для обучение аэросъемке, настройке и обслуживанию БПЛА и полетам по маршруту с помощью GPS
1. 6	Учебная БПЛА самолетного типа	БПЛА для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов
2	Компьютерное оборудование	
2. 1	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА
2. 2	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком
2. 3	Кабель для симулятора полетов	Работа с симулятором визуальных и FPV полетов
2. 4	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков
2. 5	МФУ	Многофункциональное устройство
2. 6	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель
3	Презентационное оборудование	
3. 1	Интерактивная доска	Подача информационного материала
3. 2	Настенное крепление	Крепление интерактивной доски
4	Мебель	
4. 1	Комплект мебели	Размещение учеников в учебном кабинете
4. 2	Металлические столы для пайки и резки листовых материалов	Пайка компонентов БПЛА, самостоятельное изготовление деталей БПЛА.

4. 3	Светильник настольный галогеновый	Освещение
4. 4	Корзины для мусора	Сбор мусора и прочих непищевых отходов
5	Инструмент	
5. 1	Паяльный набор(паяльник, припой, канифоль, перчатки, очки)	Пайка проводов и компонентов БПЛА
5. 2	Набор ручного инструмента (пассатижи, бокорезы, пинцет, канцелярский нож)	Приспособления для более удобной пайки
5. 3	Набор инструмента для обработки деталей (тиски, надфили, канцелярский нож, металлическая линейка)	Раскрой и обработка листовых материалов для создания собственных деталей БПЛА

12.Список используемой литературы

1. Голубев Ю.А., Камышев Н.И. Юному авиамоделисту. М: «Просвещение»2011г.
2. Громов М. Через всю жизнь. М.: «Молодая гвардия»2015 г.
3. Ермаков А.М. Простейшие авиамодели. М: «Просвещение»2014 г.
4. Заверотов В.А. От идеи до модели. М: «Просвещение»2000г.
5. Кононов Н.Т., Назаров А.И., Наумов Н.С. Авиамоделей чемпионов. М.: ДОСААФ 2005г.
6. Костенко В.К., Столяров Ю.С. Мир моделей. М.:ДОСААФ 2008г.
7. Миль Г. Электрические приводы для моделей. М.:ДОСААФ 2010г.
8. Павлов А.П. Твоя первая модель. М.: ДОСААФ 2007г.
9. Яковлев Ф. Цель жизни. М.Издательство политической литературы. 20081 г.
10. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 20.04.2014).
11. 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)
12. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15)
13. Валерий Яценков. Электроника. «Твой первый квадрокоптер. Теория и практика». <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298>
14. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).

15. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
16. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 31.10.2016).
17. 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
18. 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).
19. 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.
20. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
21. 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
22. Лекции от «Коптер-экспресс»
<https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>, <http://alexgyver.ru/quadcopters/>,
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. 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.

Приложение 2. Примерные темы проектов

11. Моделирование квадрокоптера.
12. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
13. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
14. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
15. Организация гонки квадрокоптеров.
16. Применение квадрокоптеров в Геоквантуме.
17. Проектирование квадрокоптера-транспортровщика.
18. Автономный полет по заданной траектории.
19. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
20. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.

Приложение 3. Пример кейса

Название кейса: Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»

Описание реальной ситуации (кейса)

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

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