

Министерство образования и науки Республики Бурятия
МКУ «Хоринское управление образование»
Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования
«Детско-юношеский центр»

Принята на заседании
педагогического совета
от «_30_»_08_2023_г.,
протокол №_1_



Утверждаю:
Директор МБУ ДО «ДЮЦ»
«Детско-юношеский центр»
В.Г.Бакшеева
«_09_»_2023_г. Приказ №217

Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа
«Квадрокоптер»
стартовый уровень
технической направленности

Возраст учащихся: 12 - 17 лет
Срок реализации: 1 год

Автор - составитель:
Будаев Цыбик Дмитриевич,
педагог
дополнительного образования

с. Хоринск, 2023

Оглавление

Комплекс основных характеристик дополнительной
общеразвивающей программы

Пояснительная записка

Цель, задачи, ожидаемые результаты

Содержание программы

Комплекс организационно педагогических условий

Календарный учебный график

Условия реализации программы

Формы аттестации

Оценочные материалы

Методические материалы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность и основные характеристики программы

Нормативные правовые основы разработки ДООП:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в РФ».
- Концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 г. № 1726-р).
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству».
- Приказ Министерства просвещения России от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
- Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).
- Нормативно-правовые акты МБУ ДО ДЮЦ.
- Устав МБУ ДО ДЮЦ утверждён Постановлением Администрации муниципального образования «Хоринский район» от 06.02.2021 г. № 90.

Сейчас много говорится о реформе образования, но в основном о школе, и очень мало о дополнительном образовании в области научно-технического творчества. Пришло новое поколение молодежи, которое желает освоить новые направления в технике. Именно поэтому создаются технические кружки, в том числе кружок «Квадрокоптер», способствующий в том числе и в выборе будущей профессий.

Программа оригинальна тем, что объединяет в себе обучение ребят построению различных видов квадрокоптеров, чтобы каждый мог выбрать свою направленность на занятиях. Данная программа носит личностно-ориентированный характер и составлена так, чтобы каждый обучающийся имел возможность выбрать конкретный объект работы, наиболее интересный и приемлемый для него.

Педагогическая целесообразность заключается в том, что программа ориентирована на обучение учащихся 5-8 классов. Она направлена на формирование устойчивого интереса к технике, самореализацию, использования технической литературы, расширения знаний и умений. Проводится работа по вовлечению детей из семей группы риска, детей состоящих на внутришкольном учете. Занятия планируются по принципу «от простого к сложному».

Кружок хоть и в незначительной мере, но позволяет воспитать технически грамотное поколение XXI века. Хотелось бы, чтобы, научившись строить модели и управлять ими, учащиеся не остановились на этом, а продолжали бы серьезно заниматься вопросами, связанными с авиацией.

Уникальность образовательной робототехники заключается в возможности объединить конструирование и программирование в одном курсе, что способствует интегрированию преподавания информатики, математики, физики, черчения, естественных наук с развитием инженерного мышления, через техническое творчество. Техническое творчество — мощный инструмент синтеза знаний, закладывающий прочные основы системного мышления. Таким образом, инженерное творчество и лабораторные исследования — многогранная деятельность, которая должна стать составной частью повседневной жизни каждого обучающегося.

Педагогическая целесообразность заключается в том, что программа ориентирована на обучение учащихся 5-8 классов. Она направлена на формирование устойчивого интереса к технике, самореализацию, использования технической

литературы, расширения знаний и умений. Проводится работа по вовлечению детей из семей группы риска, детей состоящих на внутришкольном учете. Занятия планируются по принципу «от простого к сложному».

Кружок хоть и в незначительной мере, но позволяет воспитать технически грамотное поколение XXI века. Хотелось бы, чтобы, научившись строить модели и управлять ими, учащиеся не остановились на этом, а продолжали бы серьезно заниматься вопросами, связанными с авиацией.

Для успешного проведения занятий используются **разнообразные виды работ**: игровые элементы, игры, дидактический и раздаточный материал, физкультминутки, кроссворды, головоломки, проекты, исследования.

Обучение включает в себя следующие основные предметы:

1. Схемотехника;
2. Пилотирование;
3. Программирование.

Вид программы:

Дополнительная общеразвивающая программа «Квадрокоптер» модифицированная, за основу взяты следующие учебные и методические пособия:

1. Килби, Терри Дроны с нуля / Терри Килби. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 501 с.
2. Мартин, Догерти Дроны. Первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА / Догерти Мартин. - М.: Эксмо, 2017. - 510 с.

Направленность программы: техническая для детей в возрасте 12-17 лет (на базе МБУ ДО «Детско-юношеский центр» центр цифрового образования «IT-куб»).

Адресат программы:

Дети подросткового возраста, к которым обращена настоящая программа, характеризуются такими психологическими особенностями, как:

1. Возникновение чувства взрослости и реакция эмансипации - это стремление к взрослости, самостоятельности, желание освободиться от опеки взрослых, отрицание своей принадлежности к детям (В.В. Ковалев). Настоящая программа предусматривает самостоятельную проектную деятельность детей на основе полученных на кружке навыков.
2. Реакция группирования со сверстниками - вхождение в группу сверстников на правах равенства, сотрудничества – важнейшая проблема этого возраста (А.Е. Личко). Развитие творческого потенциала обучающихся, пространственного воображения и изобретательности, развитие логического и инженерного мышления несомненно будут способствовать интеграции их в социуме.
3. Возникновение интереса к противоположному полу - физическое и половое развитие порождают интерес подростка к другому полу и одновременно усиливают внимание к своей внешности (А.В. Матюхина). Программа «Робототехника NEXТ» предполагает создание смешанных групп девочек и мальчиков, их творческое общение в составе групп отличных от школьного класса окажет положительное влияние развитие культуры общения с представителями противоположного пола, а их достижения добавят обучающимся уверенности в собственных возможностях.
4. Развитие самосознания - самооценка возникает и формируется только в процессе общения подростка с другими людьми, если оценка адекватная, то формируется и адекватная самооценка, если же подростка недооценивают или переоценивают, то формируется неадекватная самооценка (М.В.Гамезо). В ходе кружковых занятий по настоящей программе обучающимся невольно придется оценивать результаты собственной творческой деятельности в сравнении с работой других участников групповых проектов, это творческое взаимодействие призвано оказать влияние на формирование у подростков адекватной самооценки.

Срок и объем освоения программы:

«Стартовый уровень» - __1__ год, 144 педагогических часа;

Форма обучения:

Очная, дистанционная (по необходимости).

Особенности организации образовательной деятельности: группы разновозрастные, дифференцированное обучение по уровню сложности с учетом возрастных особенностей.

Режим занятий:

Предмет	Стартовый уровень
Количество учебных часов	144
Схемотехника	<u>4</u> часа в неделю; <u>106</u> часов в год.
Пилотирование	<u>4</u> часа в неделю; <u>30</u> часов в год.
Программирование	<u>4</u> часа в неделю; <u>8</u> часов в год.

1.2. Цель, задачи, ожидаемые результаты

Цель программы

обучения является формирование компетенций в области беспилотных авиационных систем, развитие творческого и научно-технического потенциала учащихся, путем организации проектной деятельности, в рамках создания собственного беспилотного летательного аппарата.

Задачи

Воспитательные:

Воспитание у детей трудолюбия, целеустремленности в процессе работы над моделями.

Рабочая программа «Квадрокоптер» предназначена для учащихся 12-17 лет.

Программа работы творческого объединения рассчитана на 1 год. Количество обучающихся в группе 10- 15 человек. Занятия проводятся 3 раза в неделю по 2 часа.

Образовательные:

Теоретическая подготовка детей в области Квадрокоптер в пределах программы.

Создание условий для практической реализации полученных знаний.

Развивающие: развитие интереса ребенка к познанию и творчеству, как основы развития образовательных запросов и потребностей детей через кружок Квадрокоптер
Формирование творческого, конструкторского мышления, овладение навыками труда, мелкой моторики

Развитие коммуникативных и творческих способностей детей

Принять участие в Республиканских соревнованиях. (В том числе в заочных)

Ожидаемые результаты:

Предметными результатами изучения данного курса является формирование следующих знаний и умений:

Знать:

- об истории и тенденциях развития беспилотных летательных аппаратов; о том как можно улучшить их характеристики;
- правила техники безопасности при эксплуатации БПЛА;
- основные компоненты коптеров;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерные среды для настройки полетных контроллеров;
- основы аэродинамики полета;
- основы электричества, радиоэлектроники;
- основы программирования на языке Python;
- основы программирования автономных полетов коптеров;
- теорию FPV полетов;
- применение компьютерного зрения;
- конструктивные особенности различных БПЛА и их применение;
- способы настройки и подготовки коптера к полету;

Уметь:

- настраивать и калибровать полетные контроллеры разных производителей с применением специализированного ПО;
- осуществлять визуальное пилотирование беспилотного летательного аппарата и посредством FPV аппаратуры;
- создавать недостающие для реализации проектов элементы в средах 3D моделирования и осуществлять их печать на 3D принтере;
- взаимодействовать с микрокомпьютером Raspberry, обладать основами администрирования Linux;
- планировать и прописывать полетные задания и миссии;
-

1.3. Содержание программы

Стартовый уровень (1 год обучения)

Учебный план

Тематическое планирование (144 часов)

Таблица 1.3.1

№ п/п	Тема занятия	Количество часов		
		Всего	теория	Практ.
1	: «Знакомство. Принципы проектирования и строение мультикоптеров»	8	2	6
2	«Основы электричества»	12	2	10
3	«Теория пайки»	10	2	8
4	«Аэродинамика полета. Пропеллер»	6	2	6
5	«Основы электромагнетизма. Типы двигателей»	6		6
6	«Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода»	10	2	8
7	«Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов»	12	2	10
8	«Управление полетом мультикоптера. Принцип функционирования полетного контроллера. ПИД регуляторы»	10		10
9	«Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления»	8	2	6
10	«Аналоговая и цифровая видеотрансляция. Применяемые»	14	2	12

	камеры, радиопередатчики и приемники»			
11	«Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при работе с аккумуляторами»	10	2	8
12	«Теория ручного визуального пилотирования»	8	2	6
13	«Техника безопасности при летной эксплуатации коптера»	8	2	6
14	«Обучение лётному мастерству»	14	2	12
15	«Теория FPV полетов»	14	2	12
16	«История автономных полетов. Развитие автопилотов в авиации»	2		2
17	«Основы программирование на языке Python»	2		2
18	«Знакомство с компьютером Raspberry Pi»	2		2
19	«Управление автономным дроном: теория»	2		2
	Всего часов	144	26	118

1.3.2 Содержание учебного плана

Модуль №1. Тема: «Знакомство. Принципы проектирования и строение мультикоптеров»

Цель урока: познакомить учеников с предстоящим курсом, сформировать учебную мотивацию, познакомить учеников с историей создания и развития коптеров, сформировать представления о функциях и возможностях современных коптеров, наглядно продемонстрировать виды и конфигурации коптеров, дать теоретические знания об управлении коптером и его составных частей, обучить основным терминам для качественного усвоения новых знаний.

№ Этап урока Содержание

- | | | |
|---|-----------------------------------|---|
| 1 | Знакомство | В начале занятия необходимо представиться классу, для удобства общения с новым коллективом будет правильно на первые занятия приходить с бейджиком. |
| 2 | Представление курса | Опрос учеников с какими ожиданиями они пришли на первое занятие, чего они хотят узнать и чему научиться в ближайшее время. Это поможет лучше познакомиться с классом, понять мотивацию детей. Необходимо прокомментировать их ответы, поддержать если ожидание ученика совпадает с программой курса. Дополнить ответы, перечислив интересные темы и практические занятия, которые ждут учеников в данном курсе. |
| 3 | Демонстрация современных коптеров | Чтобы ещё больше заинтересовать учеников, необходимо продемонстрировать им видео с современными коптерами, кадры с гонок, научных выставок, демонстраций. |
| 4 | История коптеров | Опрос учеников, как давно, по их мнению, появились первые беспилотные летающие аппараты. Отметить учеников, которые были ближе всего в своих догадках, добавив что первые беспилотники появились ещё в 1890-х годах, например радиуправляемая лодка Теслы(В 1899 году на выставке в Мэдисон-Сквер-Гарден инженер и изобретатель Никола Тесла продемонстрировал миниатюрное радиуправляемое судно.), так же в качестве прообраза беспилотников |

№ Этап урока Содержание

могли выступать птиц. Продемонстрировать ученикам развитие беспилотных технологий:

- Kettering Bug («Жук» Каттеринга») (Экспериментальная беспилотная «воздушная торпеда», один из первых проектов предшественников современных крылатых ракет)
- Вертолет Ботезата (Один из первых квадрокоптеров (англ. quadcopter, четырехроторный вертолет), который реально оторвался от земли и мог держаться в воздухе, был создан Георгием Ботезатом и испытан в 1922 году).

Спросить учеников, какие недостатки, по их мнению, были у этих моделей и с какими трудностями сталкивались люди используя их. Показать ученикам современный беспилотник и современный коптер на фото или видео. Можно показать коптер, который учащиеся будут собирать во время обучения, чтобы у них сформировалось представление о результате, к которому они должны прийти после освоения курса.

Спросить у учеников, какие примеры использования БПЛА самолетного типа в современном мире они знают. Рассказать про преимущества применения БПЛА самолетного типа, особенно, про съемку с воздуха и мониторинг лесов и полей. Рассказать о сферах использования:

- Аэрофотосъемка местности (при необходимости отснять рельеф поверхности земли на протяженном расстоянии);
- Военная сфера (тяжелые БПЛА большой продолжительности полёта – взлётная масса более 1500 кг, дальность действия около 1500 км);
- Сельское хозяйство (распространение удобрений, мониторинг полей);
- Охрана и мониторинг местности.

Продемонстрировать свои примеры на фото и видео. Предложить ученикам привести ещё варианты, где могут применяться БПЛА самолетного типа.

Спросить у учеников, какие примеры использования коптеров в современном мире они знают. Постараться прокомментировать и дополнить каждый ответ. После чего задать ученикам вопросы, как, по их мнению, коптеры могут быть полезны в следующих областях:

- Телекоммуникационная сфера (использование двусторонней видео/аудио связи);
- Транспортная сфера (транспортировка грузов);
- Спасательные работы (исследование труднодоступных зон при стихийных бедствиях, терактах, поиск находящихся под завалами людей, транспортировка медикаментов, оказание первой помощи при несчастных случаях);
- Рекламные кампании (применение робота для привлечения внимания на крупных выставках и т.п.);
- Сфера СМИ (аэросъемка различных событий);
- Видео/фото-съемка (съемка фильмов или рекламных роликов с высоты птичьего полёта);
-
- Продовольственная сфера (доставка продуктов питания).

Продемонстрировать свои примеры на фото и видео. Предложить ученикам привести ещё варианты, где могут применяться коптеры. Поделиться своим собственным опытом использования коптеров, если есть такая возможность. Для эффектного завершения занятия можно показать ученикам фото и видео с гоночных соревнований дронов.

5 Применение
БПЛА
самолетного
типа

6 Применение
коптеров

№ Этап урока	Содержание
7 Виды и конфигурация коптеров	<p>Рассказать ученикам о видах коптеров и зарисовать направление вращения моторов на каждом из них.</p> <ul style="list-style-type: none"> • трикоптер, • гексакоптер, • октокоптер, • квадрокоптер.
8 Управление	<p>Спросить ребят, что, по их мнению, даёт разное количество винтов, в конце сделав акцент на то, что квадрокоптеры самые простые из них в сборке и управлении. Показать ученикам два вида конфигурации квадрокоптеров + и X и их отличие.</p> <p>Показать классу пульт управления, перечислить название его управляющих элементов. Пусть ученики попробуют сами догадаться какое назначение у стиков и переключателей. Представить ученикам схему управления пультом. Познакомить их с необходимыми терминами и их значением:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Throttle (газ). Газ мультикоптера – среднее арифметическое между скоростями вращения всех моторов. Чем больше газ, тем больше суммарная тяга моторов, и тем сильнее они тащат коптер вверх (проще говоря «Тапок в пол» здесь означает наискорейший подъем). Обычно измеряется в процентах: 0% – моторы остановлены, 100% – вращаются с максимальной скоростью. Газ висения – минимальный уровень газа, который необходим, чтобы коптер не терял высоту. • Оси коптера - углы тангажа, крена и рыскания (pitch, roll, yaw) – углы, которыми принято определять и задавать ориентацию мультикоптера в пространстве. • Yaw (рыскание). – «рыскание». Поворот носа мультикоптера. условно - вращение вправо влево. • Pitch (тангаж). В коптерах манипуляции с этим моментом силы позволяет коптеру двигаться вперед или назад за счет наклона носа в соответствующем направлении. • Roll (крен). Наклон мультикоптера влево вправо. Коптер за счет крена может двигаться боком в соответствующую сторону.
9 Элементы коптера	<p>Рассказать классу принцип вращения винтов, особенности направления их вращения. Продемонстрировать ученикам тестовую картинку, попросить их определить в каком направлении будет двигаться коптер. Позволить им самим свериться с правильными ответами и задать вопросы.</p> <p>Рассказать ученикам о составных элементах коптера:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Полетный контроллер. Задача полетного контроллера – переводить команды от пульта управления в сигналы задающие обороты двигателя. Также в нем установлены инерциальные измерительные датчики, позволяющие следить за текущим положением платформы и выполнять автоматические регулировки. • ESC. В мультикоптерах используют специальные бесколлекторные электродвигатели, которые способны работать на очень больших оборотах. Для управления этими двигателями необходимо формировать трехфазное напряжение и относительно большие токи, чем и занимаются регуляторы оборотов. • Силовая рама • Электродвигатель • Пропеллеры • Радиоприемник

№ Этап урока	Содержание
	<ul style="list-style-type: none"> • Радиопередатчик. Большинство передатчиков имеют частоту 2,4ГГц, так же на рынке представлен ряд других частот. • Аккумулятор. Самыми распространенными в применении на коптерах являются литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы. Основные характеристики аккумулятора (Емкость (мА*ч), Максимальный токоразряд (20С), Количество банок (2S,3S, 4S), Вес)
10 Резервное время	<p>Зарисовать схему квадрокоптера и объяснить, как взаимодействуют между собой элементы. Спросить учеников, что, по их мнению, произойдет в случае отказа того или иного элемента.</p> <p>Подведение итогов темы. Спросить у учеников, есть ли у них вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего.</p> <p>Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.</p>

Модуль №2. Тема: «Основы электричества»

Цель урока: дать представления о природе и физических характеристиках электродвижущей силы. Формировать у учащихся представления о тепловом действии электрического тока и его причинах. Дать теоретическое представление ученикам о принципе строения электрических цепей.

№ Этап урока	Содержание
1 Повторение пройденного материала	<p>Поприветствовать учеников. Спросить класс, кто хочет рассказать о том, что изучалось на прошлом уроке. Задать классу вопросы, по темам, которые не были озвучены учениками.</p> <p>Спросить класс, кто может рассказать, что такое электрический ток. Выслушать ответы класса, чтобы узнать кто из учеников уже разбирается в этой теме. Отметить правильные ответы и, резюмировав их, перейти к объяснению нового материала. Рассказав классу о природе электродвижущей силы дать ученикам представление о значении терминов: • Разность потенциалов • Проводник • Диэлектрик • Электрический ток • Сопротивление • Величина тока. Для мотивации и актуализации внимания класса предложить ученикам, которые разбираются в этой теме, самим дать определение этих понятий, скорректировав их ответы при необходимости.</p>
2 Введение	<p>Дать определение Закона Ома и вывести формулу. Объяснить значение её переменных. Для простоты применения формулы на практике продемонстрировать ученикам треугольник с формулой. Разобрать задачу с применением закона Ома. Спросить у класса есть ли у кого-то вопросы.</p>
3 Закон Ома	<p>Познакомить класс с понятиями узлов и ветвей электрической схемы. Сформулировать I закон Кирхгофа (сумма токов, подходящих к узловой точке электрической цепи, равна сумме токов, уходящих от этого узла), привести примеры его применения.</p>
4 I закон Кирхгофа	<p>Сформулировать II закон Кирхгофа (в замкнутом контуре электрической цепи сумма всех эдс равна сумме падения напряжения в сопротивлениях того же контура), приведя пример его формулы. Пояснить классу его значение и сферу применения этого закона. Убедиться, что у класса нет вопросов.</p>
5 II закон Кирхгофа	<p>Перед началом можно показать классу видео с экспериментом, демонстрирующим закон Джоуля-Ленца. Рассказать классу, почему в законе присутствуют имена двух ученых. Рассказать, как формулируется закон. Для более качественного понимания провести сравнения сопротивления тока с сопротивлением трения и</p>
6 Закон Джоуля-Ленца	

№ Этап урока	Содержание
	выделяющегося при этом тепла. Разобрать задачу с применением закона Джоуля-Ленца.
7 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Задать контрольные вопросы по пройденному материалу. Предупредить класс, что на следующем занятии пройдет практическое занятие.
8 Резервное время	Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №3. Тема: «Теория пайки»

Цель урока: Обучить теории пайки, дать представление об инструментах и методике пайки.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	<p>Поприветствовать учеников. Сформулировать тему и цель урока. Постараться замотивировать учеников, акцентируя важность темы. Объяснить, что знания, которые они получают на этом уроке обязательно пригодятся им в дальнейшем на практических занятиях.</p> <p>Перечислить основные технологические операции, которые происходят во время пайки. Пайка сводится к следующим технологическим операциям:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Паяемые поверхности очищают от загрязнений, коррозионных корок и т.п. Зачищают до блеска, т.е. до отсутствия видимых следов окислов; ● Покрывают флюсом – веществом, удаляющим остатки окисла и не допускающим окисления поверхностей в дальнейшем процессе. Для флюсовки под лужение предпочтительно использовать не жидкие или твердые флюсы, а флюс-пасты; ● Затем поверхности лудят – наносят на них расплавленный припой (специально предназначенный для пайки сплав), он при этом растекается тонкой пленкой и химически соединяется с основным металлом; ● Детали предварительно соединяют механически: скруткой, сжатием пинцетом, пассатижами, в тисках, струбциной и пр. Наносят еще флюс, чтобы не допустить окисления припоя под нагревом; ● Наносят с прогревом еще припой (возможно, уже другой) до получения спая заданного качества; ● Если пайка велась паяльником с луженым жалом, по ее окончании его очищают и покрывают неактивным флюсом. Чтобы пайки были качественными, обычный паяльник должен храниться с зафлюсованным жалом! Подробно описать процесс зачистки, лужения и пайки. Дать ученикам рассмотреть и подержать в руках паяльник, во время объяснения из чего он состоит. Рассказать об особенностях подготовки и пайки проводов. Научить зачистке и скрутке проводов. Каждый ученик должен провести эту операцию самостоятельно. Спросить, есть ли у класса вопросы.
2 Теория пайки	<p>Рассказать о припоях и флюсах. Припой от ПОС-90 до Авиа-2 – мягкие для низкотемпературной пайки. Гарантированно обеспечивают только электрический контакт. ПОС-30 и ПОС-40 паяют медь, латунь, бронзу с неактивными флюсами, а их же со сталью и сталь со сталью – с активными. ПОССр-15 можно паять оцинковку с неактивными флюсами; другие припои при этом разъедают цинк до стали и пайка скоро отваливается. 34А, МФ-1 и ПСр-25 припои твердые, для высокотемпературной пайки. Припоем 34А можно паять алюминий в пламени (см. далее, о пайке алюминия) со специальными флюсами, см. там же. Припоем МФ1 припаивают медь к стали с активированным флюсом. «Невысокие требования к прочности» в данном случае значит, что прочность спая ближе к прочности меди, чем стали. ПСр-25 при пайке сухим паяльником пригоден для пайки ювелирных изделий, витражей тиффани и т.п. Паяльные флюсы делятся на нейтральные (неактивные, бескислотные), химически с основным металлом не взаимодействующие или взаимодействующие в ничтожной степени, активированные, химически действующие на основной металл при нагреве, и активные (кислотные),</p>
3 Припой и флюсы	

№ Этап урока Содержание

действующие на него и холодными. В отношении флюсов наш век принес больше всего нововведений; большей частью все же хороших, но начнем с неприятных. Первое – технически чистого ацетона для промывки паек в широкой продаже больше нет вследствие того, что он используется в подпольном производстве наркотиков и сам обладает наркотическим действием. Заменители технического ацетона – растворители 646 и 647. Второе – хлористый цинк в активированных флюс-пастах часто заменяют тераборноокислым натрием – бурой. Соляная кислота – высокотоксичное химически агрессивное летучее вещество; хлорид цинка также токсичен, а при нагреве сублимирует, т.е. улетучивается не плавясь. Бура безопасна, но при нагреве выделяет большое количество кристаллизационной воды, что немного ухудшает качество пайки. Лучше, чтобы у в наличии были образцы припоев и флюсов, чтобы ученики смогли взять их в руки и рассмотреть.

- | | | |
|---|-----------------|---|
| 4 | Виды пайки | Рассказать об основных видах пайки: ● Мелкая пайка ● Пайка радиоэлектронных компонент на печатную плату ● Микросхемы. Для более наглядного понимания технического процесса показать ученикам пайку микросхем, или продемонстрировать обучающее видео. |
| 5 | Заключение | Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Задать контрольные вопросы по пройденному материалу. Если останется время рассказать классу о подставках для паяльников и основную технику безопасности. |
| 6 | Резервное время | Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу. |

Модуль №4. Тема: «Аэродинамика полета. Пропеллер»

Цель урока: Сформировать знания основных принципов аэродинамики винтов. Дать представление о главных характеристиках винта, и их влияние на полетные качества коптера. Научить ориентироваться в технических таблицах по подбору винтов и моторов.

№ Этап урока Содержание

- | | | |
|---|-------------------------|--|
| 1 | Введение | Поприветствовать учеников. Провести тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
Объяснить учащимся за счет чего образуется подъемная сила, которая позволяет коптеру совершать полет. Привести пример с воздушной подушкой. Раздать каждому ученику или на команду пропеллер и объяснить его строение. Показать видео со вращением пропеллера и его воздействием на воздушные потоки. Изучить схему вращения моторов квадрокоптера и позволить ученикам правильно разместить воздушные винты. |
| 2 | Аэродинамика пропеллера | Показать пример пропеллеров разного диаметра и с различным количеством лопастей. Более крупные пропеллеры требуют большей мощности от мотора на свою раскрутку. Нужно убедиться, что мотор может развивать нужную мощность. Также, большие и тяжелые пропеллеры обладают большей инерцией, поэтому они не смогут мгновенно ускориться, что отразится на маневренности коптера. |
| 3 | Параметры пропеллеров | Разобрать основные характеристики пропеллеров и предложить ученикам рассчитать, какие лучше использовать пропеллеры для 3 коптеров разных габаритов. Расчет и подбор воздушного винта к двигателю, а также к конкретному коптеру – сложная и тонкая задача. Исходными данными для подбора винтов для самодельных конструкторов обычно являются мощность двигателя $N_{дв}$ (Вт), частота вращения воздушного винта $TВ$ (об/мин), максимальная скорость движения (полета) V_{max} (м/с). |

№ Этап урока	Содержание
4 Тестирование воздушных винтов	Провести исследование влияния выбора пропеллеров. Провести летные испытания с использованием 3 типов пропеллеров: ● 2 лопастной большого диаметра ● 3 лопастной большого диаметра ● 3 лопастной малого диаметра. Засечь время полета, скорость и подъемную силу (путем подъема дополнительного груза).
5 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
6 Резервное время	Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №5. Тема: «Основы электромагнетизма. Типы двигателей»

Цель урока: сформировать теоретические знания по основным законам электромагнетизма. Дать представление о строении и функционале популярных моделей электромоторов. Актуализировать использование бесколлекторных двигателей при создании коптеров.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока. Спросить, как, по их мнению, работают моторы и что заставляет их вращаться.
2 Основные законы электромагнетизма	Описать основные законы электромагнетизма и их формулировки: ● Закон Ампера (закон взаимодействия электрических токов. Впервые был установлен Андре ● Мари Ампером в 1820 для постоянного тока. Из закона Ампера следует, что параллельные проводники с электрическими токами, текущими в одном направлении, притягиваются, а в противоположных – отталкиваются) ● Закон Ома (физический закон, определяющий связь электродвижущей силы источника (или электрического напряжения) с силой тока, протекающего в проводнике, и сопротивлением проводника. Установлен Георгом Омом в 1826 году и назван в его честь) ● Закон Кулона (это закон, описывающий силы взаимодействия между неподвижными точечными электрическими зарядами). Привести примеры использования этих законов в повседневной жизни. Спросить, есть ли у класса вопросы.
3 Типы двигателей	Показать классу (на фото и видео, если нет в наличии) популярные виды электродвигателей: ● Двигатель постоянного тока ● Универсальный коллекторный двигатель ● Асинхронный электродвигатель ● Синхронный электродвигатель. Коллекторные развивают меньшую скорость. Бесколлекторные двигатели способны развить большую скорость, а также более износостойкие. Попросить класс привести примеры, где они встречали данные типы двигателей.
4 Сравнение двигателей	Дать наглядное сравнение коллекторных и бесколлекторных двигателей. Спросить учеников, какой двигатель будет правильно использовать на коптерах и почему. Спросить, есть ли у класса вопросы по пройденной теме.
5 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
6 Резервное время	Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №6. Тема: «Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода»

Цель урока: закрепить теоретические знания о строении и работе бесколлекторных электродвигателей. Сформировать знания о работе и настройке регуляторов хода, технике безопасности. Обучить решению проблем, возникающих в случае некорректной работы регуляторов.

№ Этап урока

Содержание

- | | | |
|---|--|---|
| 1 | Введение | <p>Поприветствовать учеников. Провести опрос по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока. Сделать упор на то, какие типы двигателей и почему применяются в коптерах.</p> <p>Описать принцип работы бесколлекторного электродвигателя. Показать видео работы. Разобрать такие понятия как: ● Обмотка ● Ротор ● Статор ● Фаза (Трехфазные бесколлекторные двигатели приобрели наибольшее распространение. Но они могут быть и одно, двух, трех и более фазными. Чем больше фаз, тем более плавное вращение магнитного поля, но и сложнее система управления двигателем. 3-х фазная система наиболее оптимальна по соотношению эффективность/сложность, поэтому и получила столь широкое распространение). Попросить учеников объяснить, почему в бесколлекторных электродвигателях три фазных провода. При необходимости скорректировать ответы.</p> <p>Спросить у класса, какими характеристиками, по их мнению, должен обладать бесколлекторный электродвигатель. Рассказать о датчиках и контроллерах (регуляторах оборотов или ESC). Рассказать о функциях и характеристиках ESC: ● Максимальный постоянный ток (указывает, какой ток контроллер способен держать продолжительное время. Как правило, этот параметр входит в обозначение контроллера (например Jes -18, Phoenix - 10). Иногда указывают величину "кратковременного" тока, допустимого в течении нескольких секунд) ● Максимальное рабочее напряжение (указывается, с каким количеством NiCd или литий-полимерных банок можно использовать контроллер. Для контроллеров с ВЕС-м, эта величина может быть разная, в зависимости от количества сервомашинок) ● Максимальные обороты (программное ограничение максимальных оборотов. Всегда указывается для двухполюсного двигателя. Для многополюсных моторов это число надо разделить на количество пар полюсов) ● Внутреннее сопротивление (полное сопротивление силовых ключей контроллера, без учета проводов. Чем мощнее контроллер, тем меньше его внутреннее сопротивление. Как правило, сопротивление проводов сравнимо с внутренним сопротивлением контроллера и вносит до 30% потерь) ● Частота импульсов контроллера (как правило, составляет 7- 8 КГц. У "продвинутых" контроллеров частоту регулирования можно программировать на другие значения- 16 и 32 КГц. Эти значения применяется в основном для высокооборотных 3-4-х витковых моторов с малой индуктивностью, при этом улучшается линейность регулирования частоты вращения). Спросить у учащихся, что осталось непонятным разобрать то, что оказалось сложным для восприятия еще раз.</p> |
| 2 | Принцип работы бесколлекторного электродвигателя | <p>Дать каждому ученику или команде мотор и регулятор оборотов. Указать на основные ошибки при установке моторов на луч (использование слишком длинных винтов при установке, что приводит к повреждению обмотки). Разобрать каким образом мотор присоединяется к регулятору оборотов, а регулятор к</p> |
| 3 | Основные характеристики | |
| 4 | Применение | |

№ Этап урока

Содержание

- полетному контроллеру и плате распределения питания. Рассказать про настройки, которыми обладает контроллер: ● Напряжение выключения мотора ● Тип выключения мотора ● Тормоз ● Опережение ● Режим старта ● Время акселерации или задержка акселерации ● Ограничение тока ● Режим газа ● Реверс Объяснить основные проблемы при использовании регуляторов оборотов и какие действия помогают их разрешить.
- Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы.
- 5 Заключение Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
- 6 Резервное время Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №7. Тема: «Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов»

Цель урока: сформировать знания о принципе работы аккумуляторов. Сформировать и актуализировать знания о видах и специфике литий-полимерных аккумуляторов, техники безопасности.

№ Этап урока

Содержание

- 1 Введение Поприветствовать учеников. Сформулировать тему и цель урока. Сформировать учебную мотивацию на занятии, отметив, что на уроке будет рассказан принцип работы с элементом питания, который в дальнейшем будет использоваться при сборке коптеров. Дать определение аккумулятора. Рассказать о сферах их применения. Продемонстрировать схему его устройства, процесс зарядки и разрядки аккумулятора. (Принцип работы аккумулятора: когда к электродам подключена нагрузка, например, лампочка, то создается замкнутая электрическая цепь, через которую протекает ток разряда. Он формируется движением электронов в металлических частях и анионов с катионами в электролите)
- 2 Устройство аккумуляторов
- 3 Способы соединения аккумуляторов Рассказать о правилах и особенностях при параллельном и последовательном соединении аккумуляторов.
- 4 Аккумуляторы для коптеров Рассказать о моделях аккумуляторов, которые применяются при сборке коптеров. Описать основные характеристики аккумуляторов: ● Ёмкость (Записывается в ампер-часах. Это такой ток который до полного разряда может выдавать аккумулятор в течении часа. Например, если емкость аккумулятора 3А/ч, то значит он может в течении одного часа выдавать ток 3А. При токе 1А его хватит на 3 часа, а при токе 30А он разрядится за 6 минут) ● Максимальный разрядный ток Указывается во сколько максимальный разрядный ток превышает емкость. Например значение «30-40С» для аккумулятора с емкостью 3А/ч означает, что он кратковременно может выдавать ток 90-120А. Естественно, при выборе аккумулятора необходимо руководствоваться меньшим значением. ● Напряжение (Зависит от количества «банок» или ячеек аккумулятора. Напряжение одной ячейки LiPo аккумулятора составляет порядка 3,7В. Соответственно, чем больше ячеек, тем больше напряжение. Соединяя аккумуляторы последовательно можно набрать достаточно большое напряжение, как это делают, например, в электровелосипедах). Раздать всем учащимся или на команду аккумуляторы. Попросить измерить напряжение на одном аккумуляторе, а также на аккумуляторах

№ Этап урока	Содержание
5	<p>соединенных последовательно и параллельно. Попросить сделать выводы о величине напряжения при различных способах их соединения. Скорректировать их при необходимости.</p> <p>Рассказать о правилах зарядки LiPo аккумуляторов, и необходимых для этого устройствах. Показать, как поставить аккумулятор на зарядку. Попросить каждого ученика проделать это.</p>
6	<p>Рассказать о непосредственном применении аккумулятора в сборке коптера. Продемонстрировать классу установленный на коптере аккумулятор. Показать устройство его подключения к плате распределения энергии. (Для подключения аккумуляторов используют специальные коннекторы. Диаметр пистонов в них 4мм и они дополнительно подпружинены для обеспечения большой площади контакта. Еще для подключения используют специальные провода в силиконовой изоляции, которая способна выдерживать высокие температуры).</p>
7	<p>Рассказать о правилах эксплуатации и хранения аккумуляторов, и последствия, к которым может привести нарушение техники безопасности. Показать видео, демонстрирующие последствия механического повреждения аккумулятора .</p>
8	<p>Провести тест по пройденным темам. Подвести итоги занятия. Спросить, есть ли у класса вопросы. Задать контрольные вопросы.</p>
9	<p>Если останется время, показать классу видео, более подробно демонстрирующее процесс зарядки аккумулятора.</p>

Модуль №8. Тема: «Управление полетом мультикоптера. Принцип функционирования полетного контроллера. ПИД регуляторы»

Цель урока: Закрепить знания о принципе управления коптером. Сформировать знания о особенностях работы полетного контроллера и ПИД регулятора. Дать представление о принципах расчётов ПИД-регуляторов.

№ Этап урока	Содержание
1	<p>Введение</p> <p>Поприветствовать учеников. Сформулировать тему и цель урока. Повторяя пройденный материал, спросить у учеников по какому принципу вращения винтов происходит полет коптера и изменение его движения, какую роль занимает полетный контроллер.</p>
2	<p>Принцип функционирования полетного контроллера</p> <p>Напомнить ученикам еще раз назначение и функции полетного контроллера. Перечислить его основные задачи: ● Собирает информацию с датчиков (встроенные, либо внешние: гироскопы, акселерометры, GPS, магнитометр); ● Рассчитывает свое положение в пространстве, по показаниям датчиков; ● Собирает информацию о внешних воздействиях, таких как отклонения стиков пилотом, алгоритм программы; ● Вносит корректировку с помощью коэффициентов ПИД (Пропорционально-Интегрально- Дифференциальные); ● Отправляет управляющие сигналы на регуляторы оборотов (ESC). Рассказать подробнее о связи полетного контроллера с ESC.</p>
3	<p>ПИД-регуляторы</p> <p>Расскажите о функциях ПИД регулятора.(При работе с мультикоптерами, вам придется столкнуться с настройкой ПИД-регулятора, этот математический аппарат применяется почти во всех задачах стабилизации: стабилизация углов квадрокоптера в воздухе, полет и удержание позиции по GPS, удержание высоты по барометру). По порядку объясните математические расчёты по которым происходит контроль над полетом коптера. Привести примеры сайтов, на которых можно</p>

№ Этап урока	Содержание
	рассчитать ПИДы для конкретной системы. Научить этим пользоваться. Спросить у класса, есть ли вопросы.
4 Заключение	Подвести итоги. Задать контрольные вопросы. Наверняка у многих учеников появятся вопросы после этого урока. Показать или предложить ученикам самостоятельно посмотреть видео, объясняющее простым языком функционирование ПИД-регулятора.
5 Резервное время	Если останется время, показать видео полета коптера с плохо настроенными пидами. Предложить ребятам подумать, каким образом это можно исправить.

Модуль №9. Тема: «Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления»

Цель урока: Дать представление об основах радиосвязи, работе передатчика и приёмника сигнала. Ввести в терминологию модуляции сигналов.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	<p>Поприветствовать учеников. Сформулировать тему и цель урока. Провести тестирование по пройденным темам.</p> <p>Дать определение понятию «Радиосвязь».(Радиосвязь - наиболее распространенный способ передачи информации на расстояние. Сотовые телефоны, спутниковая связь, телевидение - все это работает на основе передачи сигналов через электромагнитные колебания определенной частоты). Спросить класс, где в повседневной жизни они могут наблюдать применение радиосвязи. Рассказать по какому принципу происходит передача сигнала от передатчика к приемнику.</p>
2 Основы радиосвязи	<p>Рассказать о принципе работы передатчика и приёмника (Аппаратура радиоуправления состоит из передатчика, который находится у пилота, и размещенных на модели приемника и полетного контроллера, который и управляет квадрокоптером через регуляторы мощности). Продемонстрировать схему взаимодействия передатчика и приемника в устройстве коптера. Спросить учеников, есть ли у них вопросы по этой схеме.</p> <p>Рассказать о видах пультов управления. (Различают 2 основных вида пультов - джойстиковые и пистолетные. Для квадрокоптеров используют джойстиковый пульт). Продемонстрируйте схему модуляции PPM сигнала. Показать настройки PPM (PPM сигнал имеет фиксированную длину периода $T=20\text{мс}$. Это означает, что информация о положениях ручек управления на передатчике попадает на модель 50 раз в секунду, что определяет быстрдействие аппаратуры управления. Как правило, этого хватает, поскольку скорость реакции пилота на поведение модели намного меньше. Все каналы пронумерованы и передаются по порядку номеров. Значение сигнала в канале определяется величиной временного промежутка между первым и вторым импульсом - для первого канала, между вторым и третьим - для второго канала и т.д.) и PWM - шим импульс (Для квадрокоптеров минимальное количество каналов - 4: управление газом, угол крена, угол тангажа, угол рысканья. Положение каждого из стиков пульта кодируется при помощи ШИМ импульса) на пульте радиоуправления.</p>
3 Принцип работы радиоаппаратуры управления	<p>Дать определение приемнику. (Устройство, служащее для осуществления радиоприема, т.е. для выделения сигналов из радиоизлучения. Приёмник устанавливается на квадрокоптере, принимает сигнал с пульта и передаёт его в полетный контроллер)</p>
4 Передатчик	
5 Приёмник	

№ Этап урока	Содержание
	Продемонстрировать схему работы приёмника, рассмотреть конкретный пример.
	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы.
6 Заключение	Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
7 Резервное время	Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №10. Тема: «Аналоговая и цифровая видеотрансляция. Применяемые камеры, радиопередатчики и приемники»

Цель урока: Дать представление о принципах работы видеосвязи. Раскрыть основы работы аналоговой и цифровой видеосъемки. Сформировать знания применение съёмки на беспилотных летательных аппаратах.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
2 Видеокамеры аналогового типа	Рассказать об истории аналоговых камер и сфере их применения.
3 Работа аналоговых видеокамер	Продемонстрировать классу схему устройства аналоговой камеры, описать принцип ее работы.(Световой поток, проходя сквозь линзы объектива, попадает на матрицу ПЗС, где он преобразуется в видеосигнал). Попросить учеников зафиксировать основные элементы схемы и запомнить её.
4 Видеокамеры цифрового типа	Рассказать о появлении цифровых камер и области их использования.
5 Работа цифровых видеокамер	Продемонстрировать классу схему устройства цифровой видеокамеры, описать принцип ее работы (световой поток, отраженный от предметов попадает на чувствительную к свету матрицу устройства, которая преобразует его, но уже в сигнал электрический. Далее этот электрический сигнал, посредством процессора IP камеры обрабатывается, и лишь тогда кабелем «витая пара» или «коаксиальным кабелем», а возможно и средствами беспроводной связи (Wi – Fi), обработанный видеосигнал поступает на вход цифрового видеорегистратора). Попросить класс зафиксировать и запомнить её.
6 Дальность полёта	Рассказать классу о дальности полета коптера при использовании камеры. Перечислить особенности, на которые надо обратить внимание: ● Дальность передачи видеосигнала зависит от количества помех в зоне полета ● Разные системы передачи сигнала имеют различную способность огибать препятствия ● Дальность ограничивается лишь емкостью батареи, но для реализации всего потенциала современных технологий необходима наземная станция. ● Моделью довольно сложно управлять по камере. Так или иначе вы будете зависеть от погоды. Спросить у учеников, какие, по их мнению, еще трудности могут возникнуть.
7 Качество изображения	Рассказать о характеристиках современных камер. Продемонстрировать классу несколько видео с установленной на коптер камеры.
8 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить

№ Этап урока	Содержание
	ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
9 Резервное время	Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №11. Тема: «Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при работе с аккумуляторами»

Цель урока: Дать учащимся понимание основных правил техники безопасности при конструировании и эксплуатации коптеров и почему их следует соблюдать.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	<p>Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.</p> <p>Рассказать правила техники безопасности при работе с Li-Po аккумуляторами: ● Обращаться с аккумуляторами бережно. Не допускать падений, ударов деформаций. ● При подключении при(отключении) аккумуляторов держаться только за разъёмы, Li-Po тянуть или дергать за провода запрещается. ● В случае обрыва разъемов, обнаружения целостности изоляции или корпуса аккумулятора, не трогая его, немедленно сообщить преподавателю. Объяснить почему происходят возгорания аккумуляторов. Подкрепить рассказ показом видеороликов.</p> <p>Вместе с учащимися вывести список правил, которые следует выполнять в лаборатории и во время пайки: ● Следите за тем, чтобы нагретая часть паяльника не прикасалась в ходе пайки к электрическому проводу. Жало обладает очень высокой температурой, поэтому изоляция будет повреждена в считанные мгновения. Дальше последует короткое замыкание. ● Перед началом работы проверьте целостность проводки и штепсельной вилки. Повреждения могут привести к тому, что ток замкнет непосредственно на вас. ● При работе с горячим паяльником необходимо использовать подставку. Ее обычно изготавливают из деревянного бруска и металлических держателей. Так вы сможете безопасно расположить инструмент и не бояться, что он упадет на горючие материалы. ● Как канифоль, так и сам припой при плавлении выделяют большое количество вредных веществ. Работать в респираторе вас никто не принуждает, но проветривать помещение после каждой пайки просто жизненно необходимо. Через каждые 30 минут делайте небольшие перерывы со сквозным проветриванием помещения и не забудьте при этом отключать паяльник. ● Держите паяльник только за ручку. Проследить, чтобы учащиеся записали их в тетрадь и предупредить, что чтобы допустить до пайки, каждый должен будет отчитаться по этим правилам.</p> <p>Рассказать правила техники безопасности и поведения в аудитории: ● Не бегать рядом с рабочими столами ● Вешать сумки на ручку кресла (а лучше вообще убрать в шкаф или оставить в другой части аудитории) ● Не трогать оборудование (резак, 3д принтер) без преподавателя ● Не вставлять пальцы и другие части тела и вещи в розетку ● Еда, вода только на перемене (или по разрешению преподавателя) ● Брать в руки демонстрационные дроны, пульты и так далее только с разрешения преподавателя Назначить ответственного за соблюдением ТБ в классе.</p>
2 Безопасность при работе с аккумуляторами	
3 Техника безопасности при работе с паяльником	
4 Техника безопасности в аудитории	

- 5 Правила техники безопасности при летной эксплуатации коптеров
- Рассказать что включает в себя предполетная подготовка. Раздать листы предполетной подготовки каждому учащемуся или на команду и дать возможность учащимся полностью провести предполетную подготовку с занесением отметок о выполнении в лист предполетной подготовки. Правила ТБ при подготовке к полетам: ● Убедиться, что Li-Po аккумуляторы заряжены. ● Убедиться, что аккумуляторы или батарейки в аппаратуре управления заряжены. ● Устанавливать пропеллеры только перед вылетом. ● Проверить надёжность следующих узлов: Затянутость гаек пропеллеров. Крепление и целостность защит винтов. Надежность крепления проводов Отсутствие болтающихся проводов. ● Подключать Li-Po аккумулятор только перед вылетом. ● Располагать зрителей за спиной пилота или за линией, проходящей через оба плеча пилота за спиной пилота. ● Не допускать выхода зрителей в полусферу перед лицом пилота. ● Знать и помнить время полёта, на которое рассчитан данный коптер и его ● аккумулятор. ● ДО подключения Li-Po аккумулятора включить аппаратуру управления ● (пульт), перевести стик газа в нулевое положение. ● Подключать Li-Po аккумулятор только перед взлётом, отключать сразу после взлёта. ● Стоять на расстоянии не менее 3 м от коптера. ● Взлетать с земли с ровной площадки, на расстоянии не менее 3 метров от препятствий.
- 6 Безопасность в полете
- Вместе с учащимися вывести правила техники безопасности в полете. ● Выполнять все указания преподавателя или лётного инструктора. ● Заранее обозначить зону пилотажа. Летать только в обозначенной зоне и не допускать вылета за её пределы. Не залетать за собственную спину. ● При обучении полётам летать на уровне ниже собственного роста. ● Летать рядом с собой на расстоянии, на котором вам видна ориентация коптера в пространстве. Не улетать далеко от себя. В случае сомнений в ориентации коптера немедленно выполнить посадку на месте. Не пытаться взлететь. Подойти ближе к коптеру и выполнить взлёт. ● При управлении все движения стиками выполнять аккуратно и плавно. Не допускать резких движений. При необходимости изменить направление полёта двигать стиками следует энергично, но не резко. ● Летать следует осторожно и выполнять только те элементы, в которых нет сомнений. Запрещается выполнять фигуры пилотажа, в успехе которых возникают сомнения и фигуры, связанные с риском. ● Соблюдать скоростной режим. Скорость полета коптера держать в пределах скорости идущего человека. ● Вернуть коптер к месту посадки к рассчитанному времени, не допускать полной разрядки аккумулятора в полёте. ● Посадку выполнять только на ровную открытую площадку вдали от препятствий. Проследить, чтобы учащиеся записали правила в тетрадь. Предупредить, что допуск к полетам будет даваться только после сдачи правил техники безопасности.
- 7 Заключение
- Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.

№ Этап урока	Содержание
8 Резервное время	Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №12. Тема: «Теория ручного визуального пилотирования»

Цель урока: Сформировать представление у учащегося о принципах визуального пилотирования. Разобрать принципы управления коптером с помощью пульта радиоуправления.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
2 Предполетная подготовка	<p>Дать задание каждому учащемуся или команде провести предполетную подготовку и поставить отметки в листе предполетной подготовки.</p> <p>Проверить, чтобы на всех коптерах были сняты пропеллеры. Рассказать о том, как выполнить биндинг пульта, арм, дизарм, kill switch. Прodelать это несколько раз вместе с учащимися. Спросить, есть ли у учащихся вопросы. Под запись: ● Arm (англ. - “вооружить”) – разблокировать моторы коптера, перевести коптера в “боевое” состояние, после чего коптер начинает реагировать на движения стика газа. На коптере Clover (при настройках “по умолчанию”) арминг выполняется наклоном стика Yaw вправо до края, при минимальном газе, в течение 3 секунд. ● Disarm (англ. - “разоружить”) – заблокировать моторы коптера, после чего коптер перестает реагировать на движения стика газа. На коптере Clover (при настройках “по умолчанию”) выполняется наклоном стика Yaw влево до края, при минимальном газе, в течение 3 секунд. ● Процедура включения – последовательность действий после установки коптера на взлетную площадку перед взлетом. ● Визуальное пилотирование - тип пилотирования, при котором коптер находится в зоне прямой видимости ● FPV (англ. - “вид от первого лица”) - полет по камере, вид от первого лица - тип пилотирования, при котором управление коптером осуществляется по дополнительному видео-радиоканалу с передачей изображения с камеры, установленной на борту коптера.</p> <p>Разобрать основные принципы управления коптером с пульта (газ, рыскание, крен, тангаж). Рассказать о полетных режимах и о том, как их менять на пульте. Пройтись по меню настроек пульта.</p>
3 Базовые процедуры	<p>Полеты в симуляторе: каждый учащийся летает в симуляторе, привыкая к управлению коптером. Полет производится в режиме Stabilize в режиме визуального пилотирования (не FPV).</p> <p>Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.</p>
4 Пульт управления	
5 Подготовка к пилотированию	
6 Заключение	
7 Резервное время	Показать видео, где БПЛА выполняют различные трюки.

Модуль №13. Тема: «Техника безопасности при летной эксплуатации коптера»

Цель урока: Сформировать у учащегося понимание опасности коптеров и заложить основы правильного поведения при летной эксплуатации коптера.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
2 Предполетная подготовка	<p>Дать задание каждому учащемуся или команде провести предполетную подготовку и поставить отметки в листе предполетной подготовки. Чеклист включает в себя следующие пункты: 1. Провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными, не помещают полётам. 2.</p>

№ Этап урока	Содержание
	Вращению пропеллеров ничего не мешает. 3. Защиты пропеллеров целы и закреплены. 4. Проверить дальность видеопередатчика и обозначить как полетную зону 5. Все присутствующие люди находятся за спиной. На расстоянии 10 метров спереди и сбоку нет людей.
3	Полетная зона Вместе с учащимися проводится осмотр и подготовка полетной зоны. Провести зачет по технике безопасности при полетах и предполетной подготовке. Показать примеры полетов с объяснениями по способам пилотирования. Показать как действовать в аварийных ситуациях и при поломках. Смоделировать такие ситуации и проверить, как дети поведут себя в таких ситуациях. Скорректировать их действия при необходимости.
4	Заключение Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
5	Резервное время Показать видео и рассказать классу интересные факты по пройденной теме, не вошедшие в программу.

Модуль №14. Тема: «Обучение лётному мастерству»

Цель урока: Развить навыки визуального пилотирования.

№ Этап урока	Содержание
1	Введение Поприветствовать учеников. Сформулировать тему и цель урока. Провести тестирование по пройденным темам.
2	Взлет / посадка. Провести летные испытания коптера. Каждый учащийся выполняет не менее 5 взлетов - посадок, стараясь совершить посадку как можно мягче. Учащийся должен научиться зависать над точкой не менее чем на 10 секунд хвостом к себе. (Упражнение 1. Висение хвостом к себе.
3	Висение Выполняется на уровне колен над центральным перекрестием зоны полётов).
4	Полеты вперед / назад себе Выполнение упражнения “полеты вперед - назад по прямой хвостом к себе” не менее 5 раз
5	Полет по кругу Выполнение упражнения “полет по кругу хвостом к себе” не менее 5 раз
6	Висение боком Учащийся должен научиться зависать над точкой не менее чем на 10 секунд боком к себе.
7	Заключение Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
8	Резервное время Показать видео, где БПЛА выполняют различные трюки. Разобраться, каким образом их можно выполнить.

Модуль №15. Тема: «Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электрических схем»

Цель урока: Сформировать у учащегося представление о том, как работают различные платы, схемы и из каких элементов они состоят. Научить составлять принципиальные электрические схемы.

№ Этап урока	Содержание
1	Введение Поприветствовать учеников. Провести опрос по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока. Сделать упор на то, что знание основ радиоэлектроники поможет учащимся усовершенствовать свой

№ Этап урока	Содержание
	летательный аппарат, путем подключения датчиков и светодиодов / светодиодных лент.
	Дать под запись основные определения, касающиеся разделов радиоэлектроника и схемотехника. ● Электричество (природное явление, подтверждающее существование, взаимодействие и движение электрических зарядов. Электричество впервые было обнаружено еще в VII веке до н.э. греческим философом Фалесом) ● Электрон (элементарная частица, имеет отрицательный заряд примерно равный $-1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл (Кулон). Обозначается “e ⁻ ”) ● Напряжение ● Электрический ток (это физический процесс направленного движения заряженных частиц под действием электромагнитного поля от одного полюса замкнутой электрической цепи к другому. В качестве частиц, переносящих заряд, могут выступать электроны, протоны, ионы и дырки) ● Проводник ● Электрическое сопротивление (физическая величина, определяющая свойство проводника препятствовать (сопротивляться) прохождению тока. Единица измерения сопротивления – Ом) ● Сила тока ● Электронная схема (это сочетание отдельных электронных компонентов, таких как резисторы, конденсаторы, индуктивности, диоды, транзисторы и интегральные микросхемы, соединённых между собой) ● Типы плат Каждое понятие подкреплять коротким видеороликом. Спросить у учащихся, что осталось непонятным.
2 Электричество	
3 Закон Ома	Пререшать несколько простых задач на закон Ома (от 3 до 5). Раздать каждому учащемуся подобную задачу на самостоятельное решение. Объяснить что такое последовательное и параллельное соединение.
4 Электронные компоненты	Раздать учащимся электронные компоненты и дать перерисовать обозначения этих компонентов. Учащиеся самостоятельно или в командах собирают схемы: ● Последовательное и параллельное подключение светодиодов на макетной плате ● Светодиод с кнопкой на макетной плате ● Светодиод с переменным резистором на макетной плате. К каждому опыту зарисовать схему подключения.
5 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить учащимся решить простую задачу на закон Ома. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
6 Резервное время	Показать примеры интересных схем. Предложить учащимся собрать одну из понравившихся схем дома.

Модуль №16. Тема: «Основы работы с аналоговым и цифровым сигналом»

Цель урока: сформировать у учащихся понимание типов хранения передачи видео, их достоинств и недостатков друг перед другом.

№ Этап урока Содержание

1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
2 Сигналы	Спросить у учащихся как они понимают определение “сигнал”. Скорректировать их ответы и дать под запись правильное определение. Зарисовать графики цифрового и аналогового сигнала.
3 Аналоговые сигналы	Объяснить что такое аналоговый сигнал, как выглядит и каким образом передается. Дать определение аналогового сигнала под запись. (Носитель информации, используемый для передачи сообщений в системе связи. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен, в отличие от сообщения, которое рассчитано на принятие принимающей стороной, иначе оно не является сообщением. Сигналом может быть любой

№ Этап урока Содержание

- физический процесс, параметры которого изменяются (или находятся) в соответствии с передаваемым сообщением). Выделить основные достоинства и недостатки данного вида сигнала. Дать определение АЦП. (Аналого-цифровой преобразователь (АЦП, англ. Analog-to-digital converter, ADC) – устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в цифровой сигнал. Аналоговый сигнал является непрерывной функцией времени, в АЦП он преобразуется в последовательность цифровых значений)
- 4 Цифровые сигналы Объяснить что такое цифровой сигнал, как выглядит и каким образом передается. Дать определение цифрового сигнала под запись. (Сигнал, который можно представить в виде последовательности цифровых значений. В наше время наиболее распространены двоичные цифровые сигналы (битовый поток) в связи с простотой кодирования и использованием в двоичной электронике. Для передачи цифрового сигнала по аналоговым каналам (например, электрическим или радиоканалам) используются различные виды манипуляции (модуляции)). Выделить основные достоинства и недостатки данного вида сигнала.
- 5 Заключение Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
- 6 Резервное время Разобрать схемы передачи цифрового и аналогового видео.

Модуль №17. Тема: «Основы работы с лабораторным оборудованием»

Цель урока: выработать понимание и навыки работы с лабораторным оборудованием.

№ Этап урока Содержание

- 1 Введение Поприветствовать учеников. Провести опрос по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
- 2 Мультиметр Под запись дать определение мультиметра. (Универсальный комбинированный измерительный прибор, который сочетает в себе функции нескольких измерительных приборов, то есть может измерять целый диапазон электрических величин). Рассказать об основных режимах работы и правилах установления верхней границы измерений. Попросить учащихся измерить различные характеристики трех типов аккумуляторов или батареек, если есть возможность. Объяснить как обнаружить короткое замыкание или разрыв в цепи при помощи мультиметра.
- 3 Осциллограф Дать определение осциллографа и способов его применения. (Прибор, показывающий форму напряжения во времени. Также он позволяет измерять ряд параметров сигнала, такие как напряжение, ток, частота, угол сдвига фаз. Но главная польза от осциллографа – возможность наблюдения формы сигнала. Во многих случаях именно форма сигнала позволяет определить, что именно происходит в цепи). Показать работу прибора на видео или на практике, если есть такая возможность.
- 4 Заключение Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
- 5 Резервное время Предложить учащимся измерить сопротивление предметов, находящихся под рукой и сделать выводы о сопротивлении различных материалов.

Модуль №18. Тема: «Теория FPV полетов»

Цель урока: Развить навыки FPV пилотирования.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
2 Подключение FPV	Провести подключение и настройку оборудования для FPV полета. Провести предполетную подготовку коптера. Повторить правила техники безопасности при полетах. Уточнить особенности управления при FPV полетах.
3 Полеты в симуляторе	В Каждый учащийся не менее 20 мин летает в режиме FPV в симуляторе, после чего допускается до полета на настоящем коптере.
4 Полеты вперед / назад	Выполнение упражнения “полеты вперед - назад по прямой хвостом к себе” не менее 5 раз
5 Полет по кругу	Выполнение упражнения “полет по кругу хвостом к себе” не менее 5 раз
6 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
7 Резервное время	Показать видео, где БПЛА выполняют различные трюки в FPV режиме или транслирует красивые пейзажи с высоты.

Модуль №19. Тема: «История автономных полетов. Развитие автопилотов в авиации»

Цель урока: сформировать понимание у учащихся что такое автономные системы, какими они могут быть и что требуется для их создания.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока.
2 Первые автономные системы	Рассказать учащимся что такое автономные системы и автопилоты. (Автопилот – это устройство или программно-аппаратный комплекс, который может вести вверенное ему транспортное средство по заданной траектории). Привести примеры первых автономных систем: ● Тележка Леонардо да Винчи ● Торпеды Александровского и Уайтхеда ● Ракета «Фау-2» Стэнфордская тележка. Объяснить, с помощью чего автопилот может ориентироваться в пространстве. Попросить учащихся привести примеры знакомых им современных автономных устройств и систем.
3 Деловая игра	Попросить учащихся продумать концепт автономного БПЛА, который будет включать в себя описание: ● Применения этого устройства ● Способа и устройства навигации ● Используемого оборудования ● Технических характеристик ● Социальной значимости ● Себестоимости. Каждый учащийся или команда защищает свой проект перед классом, остальные учащиеся задают вопросы и пытаются скорректировать идею. По завершении анонимным голосованием выбирается лучший проект.
4 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
5 Резервное время	Рассказать про интересные способы применения автономных БПЛА. Показать видео.

Модуль №20. Тема: «Основы программирование на языке Python»

Цель урока: разобрать основы синтаксиса языка Python. Выработать навыки написания простейших программ.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	<p>Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока. Сделать упор на то, что программирование является неотъемлемой частью работы любого современного инженера и создание автономных коптеров является популярной задачей настоящих разработчиков крупных компаний.</p> <p>Рассказать про типы языков, а именно расшифровать понятия: ● Объектно-ориентированный язык ● Язык программирования высокого уровня ● Язык программирования низкого уровня ● Компилируемый язык ● Интерпретируемый язык. Рассказать, к каким типам относится язык Python. Привести примеры программ и систем, которые можно написать на языке Python. Объяснить зачем нужны библиотеки. (В составе Python поставляется большое число собранных и переносимых функциональных возможностей, известных как стандартная библиотека. Эта библиотека предоставляет Вам массу возможностей, востребованных в прикладных программах, начиная от поиска текста по шаблону и заканчивая сетевыми функциями. Python допускает расширение как за счет ваших собственных библиотек, так и за счёт библиотек, созданных другими разработчиками). Привести примеры библиотек в языке Python (например, math, позволяющая производить сложные математические операции). Спросить у учащихся, какие появились вопросы, их должно быть достаточно. Объяснить что такое блок-схемы. Научить ребят их строить.</p>
2 Введение в Python	<p>Рассказать про важность отступов в питоне. Дать под запись синтаксис конструкции. Привести пример небольшой программы с использованием этой конструкции. Запустить программу на исполнение. Нарисовать блок-схему программы.</p>
3 Условная инструкция if-elif-else	<p>Дать под запись синтаксис конструкции. Привести пример небольшой программы с использованием этой конструкции. Запустить программу на исполнение. Нарисовать блок-схему программы.</p>
4 Цикл for	<p>Дать под запись синтаксис конструкции. Привести пример небольшой программы с использованием этой конструкции. Запустить программу на исполнение. Нарисовать блок-схему программы.</p>
5 Цикл while	<p>Дать под запись синтаксис конструкции. Привести пример небольшой программы с использованием этой конструкции. Запустить программу на исполнение. Нарисовать блок-схему программы.</p>
6 Операторы break и continue	<p>Дать под запись синтаксис конструкции. Привести пример небольшой программы с использованием этой конструкции. Запустить программу на исполнение. Нарисовать блок-схему программы.</p>
7 Программирование	<p>Дать несколько простых задач, требующих использования минимум двух конструкций языка. Попросить учащихся написать программу для их решения. Проверить и скорректировать программу вместе с обучающимся.</p>
8 Заключение	<p>Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы. Спросить, что из изученного на занятии было для них интереснее всего. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.</p>
9 Резервное время	<p>Привести примеры популярных программ и систем, написанных на языке Python.</p>

Цель урока: дать понимание о способах применения микрокомпьютеров на примере Raspberry Pi 3. Обучить взаимодействию с unix-подобными системами.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока. Рассказать о типах компьютеров, сделав упор на применение микрокомпьютеров.
2 Знакомство Raspberry Pi 3	Дать под запись основные характеристики микрокомпьютера Raspberry Pi 3: – Вес – 45 грамм, – тактовая частота 700 МГц; – есть графическое ядро в процессоре Broadcom BCM2835; – оперативная память – 512 Мб; – есть USB -разъемы (один или два в зависимости от модели). Рассказать о сферах применения микрокомпьютеров, показать видео готовых проектов, использующих Raspberry Pi 3. Попросить учащихся придумать системы, в которых было бы актуальным применение Raspberry Pi 3.
3 Первое подключение Raspberry Pi 3	Установить микрокомпьютер и камеру на коптер. Провести подключение к полетному контроллеру с помощью USB или по UART. Обучить ребят записывать образ ОС на microSD. Подключиться к Raspberry по Wi-Fi. Рассказать об SSH и существующих SSH клиентах.
4 Использование Raspbian	Объяснить что такое командная строка и как ей пользоваться. Дать под запись основные команды и примеры их использования: ● ls ● cd ● nano ● mv ● mkdir ● rm. Дать задания, требующие использования этих команд (просмотр файлов в каталоге, переименования файла, переноса файла, создание нового файла и т.п.)
5 Меняем SSID	Рассказать, что такое SSID. Научить изменять имя Wi-Fi сети. Объяснить что такое демоны и в какой момент они запускаются. Проработать с конфигурацией одного из них.
6 Используем права суперпользователя	Рассказать о типах и правах пользователей системы. Показать примеры использования sudo.
7 Подготовка коптера к автономным полетам	Проверить подключенное оборудование для автономных полетов. Убедиться в работоспособности подключения можно выполнив на Raspberry Pi: <code>rostopic echo /mavros/state</code>
8 Использование QGroundControl через Wi-Fi	Настроить беспроводное соединение для работы с Pixhawk в QGroundControl. Предложить учащимся установить новую прошивку, которая подходит для автономных полетов и откалибровать коптер при беспроводном подключении.
9 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы, их должно быть много, нужно заранее продумать ответы на них. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.

10

№22. Тема: «Управление автономным дроном: теория»

Цель урока: дать понимание способов программирования автономного коптера. Сформировать навыки написания кода на языке Python и закрепить навыки по использованию unix-подобных систем.

№ Этап урока	Содержание
1 Введение	Поприветствовать учеников. Провести опрос или тестирование по пройденным темам. Сформулировать тему и цель урока. Сделать упор на то, что на занятии будет решаться задача написания программы для настоящего автономного полета.

№ Этап урока	Содержание
2 Системы координат	Рассказать про локальную и глобальную систему координат. Объяснить почему ориентации по локальной системе координат недостаточно. Рассказать о дополнительных системах координат, которые появляются благодаря получению дополнительной информации с камеры и внешних датчиков.
3 Включение и использование камеры	Необходимо попросить учащихся убедиться, что в launch-файле Клевера (~/.catkin_ws/src/clover/clover/clover.launch) включен запуск <code>aruco_pose</code> и нижней камеры для компьютерного зрения: При изменении launch-файла необходимо перезапустить пакет <code>clover: sudo systemctl restart clover</code> Проверить видео, полученное с камеры перейдя по адресу http://192.168.11.1:8080/ .
4 Распознавание меток	Рассказать каким образом распознаются метки и как они образуют систему координат. Спросить у учащихся есть ли вопросы на текущий момент.
5 Программирование и автономный полет	Предложить учащимся написать программу для взлета над меткой и посадки на нее. Рассказать о структуре программы, которая может выполнить эту задачу и привести пример кода с использованием функций: ● <code>navigate</code> , ● <code>set_position</code> ● <code>set_velocity</code> . Проверить и скорректировать программы, написанные учащимися. Рассказать, каким образом осуществляется перехват коптера в ручное управление. Протестировать написанные программы.
6 Заключение	Подвести итоги занятия, спросить, есть ли у класса вопросы, их должно быть много, нужно заранее продумать ответы на них. Попросить учеников ответить на контрольные вопросы. Предложить ученикам по желанию провести в интернете дополнительное исследование на пройденную тему. Сообщить ученикам, какую тему они будут проходить на следующем занятии.
7 Резервное время	Попросить учащихся написать программы для полета по интересным траекториям и протестировать их.

2.Комплекс организационно - педагогических условий

2.1. Календарный учебный график

Таблица 2.1.1

Количество учебных недель	36
Количество учебных дней	72 (по УП)
Продолжительность каникул	С 01.01 по 09.01 С 01.06. по 31.08.
Даты начала и окончания учебного года	с 01.09. по 31.05.
Сроки промежуточной аттестации	(по УП) Входная – октябрь 2023г., промежуточная-декабрь 2023г, итоговая - май2024
Сроки итоговой аттестации (при наличии)	31.05.2024 (по УП)

2.2. Условия реализации программы

Таблица 2.2.1

Аспекты	Характеристика (заполнить)
Материально-техническое обеспечение	Кабинет 30 кв. м.– 1 шт; Переносной компьютер: 8 шт. Принтер МФУ XEROX 3025- 1 шт., Мебель для проектной работы Квадрокоптер профессиональный- 3 шт. Конструктор квадрокоптеров- 5 шт. Ресурсный набор- 2 шт.
Информационное обеспечение	- Среда программирования Python - пакет офисных приложений - браузер Google Chrome, Mozilla Firefox или «Яндекс Браузер». - интернет источники для получения образовательных ресурсов

2.3. Формы аттестации

Формами аттестации являются:

- Творческая работа(проект)

Оценочные материалы

Таблица 2.3.1.

Показатели качества реализации ДООП	Методики
Уровень развития творческого потенциала учащихся	Методика «Креативность личности» Д. Джонсона с авторским дополнением
Уровень развития социального опыта учащихся	Тест «Уровень социализации личности» (версия Р.И. Мокшанцева) (РАБОТА В КОМАНДЕ)
Уровень сохранения и укрепления здоровья учащихся	«Организация и оценка здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений» под ред. М.М. Безруких(ПРИМЕНЕНИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ..)
Уровень теоретической подготовки учащихся	1.Тестирование, 2. Программирование 3. Пилотирование
Уровень удовлетворенности родителей предоставляемыми образовательными услугами	Изучение удовлетворенности родителей работой образовательного учреждения (методика Е.Н. Степановой)
Оценочные материалы (указать конкретно по предметам в соответствии с формами аттестации)	Оценка производится по 10 бальной шкале, критерии подразделяются на три уровня: высокий(8-10), средний(5-7), низкий (до 4б.)

2.5. Методическое обеспечение образовательной программы

Методы обучения:

- Словесный
- Наглядный
- Объяснительно-иллюстративный
- Репродуктивный

- Частично-поисковый
- Исследовательский
- Игровой
- Дискуссионный
- Проектный

Формы организации образовательной деятельности:

1. Индивидуальная
2. Индивидуально-групповая
3. Групповая
4. Практическое занятие
5. Открытое занятие
6. Беседа
7. Встреча с интересными людьми
8. Защита проекта
9. Игра
10. Мастер-класс

Педагогические технологии:

- Технология индивидуального обучения
- Технология группового обучения
- Технология личностного обучения
- Технология коллективного взаимодействия
- Технология дистанционного обучения
- Здоровьесберегающая технология

Дидактические материалы:

- Раздаточные материалы
- Инструкции (Техника безопасности при работе с электрооборудованием)
- Технологические карты (к занятию, изготовления макета резки)
- Образцы приложений

Средства обучения

Кабинет 30 кв. м.– 1 шт;

Переносной компьютер: 8 шт.

Принтер МФУ XEROX 3025- 1 шт.,

Мебель для проектной работы

Квадрокоптер профессиональный- 3 шт.

Конструктор квадрокоптеров- 5 шт.

Ресурсный набор- 2 шт.

- Тематическая подборка презентационного материала по темам
- Примеры показательных результатов разработки

Наглядные пособия:

- Видеоматериалы по тематике программирования

- Блок-схемы алгоритмов, инструкции.

Формы и методы организации учебно-воспитательного процесса

В рамках данной программы определены приоритетные формы и методы организации учебно-воспитательного процесса:

- классно-урочная система обучения с упором на практические занятия,
- элементы проектно-исследовательской деятельности,
- проведение экспериментов,
- соревновательные элементы.

В процессе обучения используются следующие оценочные материалы:

- карта самооценки учащегося – два раза в год (декабрь, май);
- карты «Оценка результативности образовательного процесса» – по итогам полугодия;
- карта «Оценка результативности выполнения собственного проекта – один раз в год;
- карта "Итоговая оценка результативности образовательного процесса" – по окончании обучения по программе – один раз в год(май).

- ***Материально-техническое обеспечение***

Для реализации данного курса имеется следующее оборудование:

Кабинет 30 кв. м.– 1 шт;

Переносной компьютер: 8 шт.

Принтер МФУ XEROX 3025- 1 шт.,

Мебель для проектной работы

Квадрокоптер профессиональный- 3 шт.

Конструктор квадрокоптеров- 5 шт.

Ресурсный набор- 2 шт.

Требуемое программное обеспечение:

- Среда разработки Python
- Пакет офисных приложений
- Браузер Google Chrome, Mozilla Firefox или «Яндекс Браузер».

Список литературы:

1. Аккумулятор для радиоуправляемого квадрокоптера Pilotage Hubsan X4, 240 мАч. - Москва: СИНТЕГ, 1976. - 460 с.
2. Аккумулятор для радиоуправляемого квадрокоптера Pilotage X4, 380 мАч. - Москва: Гостехиздат, 2004. - 902 с.
3. Аккумуляторная батарея для радиоуправляемого квадрокоптера Pilotage 6 Axis UFO. - Москва: Машиностроение, 2016. - 927 с.
4. Квадрокоптер "Орион". - Москва: СИНТЕГ, 2006. - 132 с.
5. Квадрокоптер "От Винта!". - Москва: Машиностроение, 2009. - 242 с.
6. Килби, Терри Дроны с нуля / Терри Килби. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 501 с.
7. Мартин, Догерти Дроны. Первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА / Догерти Мартин. - М.: Эксмо, 2017. - 510 с.

8. Михаил, Дронов Дронов Михаил. Скульптура / Mikhail Dronov: Sculpture / Дронов Михаил. - М.: Российская академия художеств, 2006. - 120 с.

Интернет ресурсы

1. <http://wiki.amperka.ru/> теоретический и практический материал, описание практикума
2. <http://robocraft.ru/page/summary/#PracticalArduino> Теоретический и практический материал
3. <http://avr-start.ru/?p=980> Электроника для начинающих. Уроки.
4. <https://sites.google.com/site/arduinodoit/home> Методические разработки, описание практических и лабораторных работ.
5. <http://arduino4life.ru> практические уроки по Arduino.
6. <http://bildr.org> Инструкции и скетчи для подключения различных компонентов к плате Arduino.
7. <http://arduino-project.net/> Видеоуроки, библиотеки, проекты, статьи, книги, приложения на Android.