

Управление образования администрации муниципального района
Муниципальное учреждение дополнительного образования
«Изобретариум»

Рассмотрено на заседании
методического (педагогического) совета
от «___» _____ 20__ г.
Протокол № _____

Утверждаю:
Директор МУ ДО
«Изобретариум»
«___» _____ 20__ г.

**Дополнительная общеразвивающая программа
технической направленности
«Теория и практика космического полёта»
(базовый уровень)**

Возраст обучающихся: 10-15 лет
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Клёнов Иван Леонидович,
Мастер дополнительного обучения

г. Реутов, 2019.

Содержание

Актуальность программы	3
Цель курса	4
Задачи курса	4
Методические особенности Курса.....	6
Организация занятий	7
Структура занятий.....	9
Учебные группы.....	9
Оценивание учащихся.....	10
Итоги курса.....	11
Учебный план.....	12
Содержание учебного плана.....	17
Список литературы.....	24

Введение

Курс «Теория и практика космического полёта» (базовый уровень) - учебный курс дополнительного образования для школьников, разработанный АО «ВПК «НПО машиностроения» специально для МУ ДО «Изобретариум» в г.Реутов. Курс читается учащимся, успешно окончившим стартовый курс «Теория и практика космического полёта». Курс направлен на детальное ознакомление учащихся с основами технологии космических полётов с практической точки зрения, а также сопутствующими дисциплинами – информатикой, программированием, электротехникой, конструированием, теорией решения инженерных задач и проч.

Данный Курс ориентирован на учащихся среднего и старшего школьного возраста (10-15 лет). Объём курса – 216 академических часов. Форма обучения – очная. Автор курса – И.Л. Клёнов.

Актуальность программы

Современные исследователи считают, что космос – не место для работы человека. Поддержание жизнедеятельности человека в условиях космической среды – сложная и затратная задача, тогда как автоматические системы нетребовательны, точны, и могут работать без обслуживания годами. Автоматические беспилотные космические корабли давно стали нормой. Никого не удивляет наличие на орбитах сотен тысяч спутников, не управляемых находящимся внутри человеком-пилотом.

Огромные расстояния и большие длительности задержек связи накладывают значимые ограничения на управление космическими аппаратами. Ещё во времена начала освоения космоса, аппараты, отправлявшиеся к поверхности других небесных тел, умели ограниченную автономность и способность к самостоятельным действиям. Современные аппараты оборудуются системами принятия решений, что, по сути, превращает их в продвинутых интеллектуальных роботов. По праву, они – одно из самых совершенных творений человечества.

Потому подобные системы, их устройство, алгоритмы и методы борьбы с неполадками, содержат «выжимку» всей интеллектуальной базы человечества. Изучение подобных систем и проектирование такой системы с нуля на основе полученных знаний – это путь к всестороннему и быстрому усвоению большинства современных технологий, а также способ практического получения фундаментальных знаний о физике нашего мира, знаний о научной и инженерной работе, а также о теоретических и практических аспектах реализации роботехнических комплексов для работы на других небесных телах.

Цель курса

Целью Курса является раскрытие перед детьми интересной, захватывающей стороны научной работы, связанной с проектированием космических аппаратов, и с ранних лет пробудить интерес к науке.

Целью также является выработка у учащихся системного подхода к самостоятельному решению инженерно-технических задач, освоению научных материалов и критическому анализу.

В число целей Курса входит развитие у учащихся навыков проектирования, конструирования, алгоритмизации и реализации электронных схем и интеллектуальных роботехнических комплексов.

Целью Курса также является повышение общей научно-технической грамотности учащихся, погружение их в техническую среду, обучение приёмам и методам работы с инженерными средствами.

Итоговой целью Курса является ориентация учащихся на выбор инженерно-технических и научных направлений дальнейшего обучения, создание необходимого базиса для дальнейшего личностного развития, профессионального самоопределения и творческого самоопределения в этой области, предпочтительно – в аэрокосмическом секторе.

Задачи курса

Задачами разработанного Курса являются:

– ознакомление учащихся с основами современной космонавтики – научными и техническими аспектами осуществления космических миссий, такими, как:

- принципы функционирования объектов ракетно-космической техники;
- обеспечение надёжности ракетно-космической техники;

- конструкция и принципы проектирования космических аппаратов;
 - подходы к управлению беспилотными космическими аппаратами;
 - нормы проектирования систем управления аппаратами с учётом требований отказоустойчивости.
- знакомство учащихся на доступном уровне с базовыми понятиями электротехники, вычислительной техники, информатики и программирования;
- ознакомление учащихся с историческими и современными тенденциями в покорении космоса;
- формирование личной научной и инженерной культуры, привитие культуры обращения с техникой;
- создание культуры общения и поведения в социуме, мотивации к дальнейшему развитию в научных и технических областях аэрокосмических технологий;
- развитие навыков коллективного и индивидуального решения задач, ответственности за принимаемые решения, умений планирования времени и ведения проектной деятельности.

Методические особенности Курса

Программа Курса составлена в соответствии с ноу-хау русской инженерной школы, методом безотрывно-практического обучения (т.н. «русским методом обучения» авторства Делла-Воса). Данный метод на протяжении чуть менее чем 200 лет, успешно применяется в технических учебных заведениях России.

Суть метода – в закреплении преподаваемого теоретического материала путём множества практических экспериментов. Учащиеся под руководством преподавателя получают возможность самостоятельно исследовать предметную область, собственноручно проверяя положения теории. Получив возможность повторить шаги первых исследователей данной области, учащиеся лучше понимают причинно-следственные связи, учатся самостоятельно выводить базовые закономерности из разрозненных практических результатов, что позволяет мгновенно закреплять полученные знания на уровне компетенций. Таким образом, метод реализует деятельностный подход, наиболее эффективно позволяя учащимся овладевать универсальными учебными действиями.

Метод идеально подходит для обучения современных школьников, отличающихся пониженной усвояемостью теоретического материала за счёт клипового характера мышления. Клиповый характер мышления наблюдается у ~75-90% современных школьников. При обучении он часто проявляется в том, что теоретическая информация воспринимается учащимся на уровне «информационного шума». Такая информация запоминается (или, чаще, игнорируется) без попыток анализа и включения её в непротиворечивую картину мира. В совокупности с частыми у современных школьников гиперактивностью и дефицитом внимания, этот фактор являлся существенным при формировании направленности Курса.

Предлагаемый метод соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) для дополнительного обучения.

Организация занятий

Занятия в рамках Курса предполагают обязательное закрепление поданного теоретического материала на практике с формированием у учащегося соответствующего умения, навыка.

В базовой части курса основное внимание уделяется знакомству с отдельными узлами и блоками космической техники. Поскольку реальная космическая техника (равно как и её точная натурная имитация) весьма сложна, в рамках Курса предусматривается использование упрощённых аналогов, демонстрирующих основные принципы, лежащие в основе работы реальных блоков. Для удобной и быстрой работы с внешними блоками, а также освоения принципов работы с микропроцессорной техникой, предусматривается также использование микроконтроллеров начального уровня.

В связи с этим, занятия должны проводиться в компьютерных классах, оборудованных достаточным количеством персональных компьютеров (из расчёта не менее 1 ПК на 2 учащихся), оснащённым соответствующим программным и аппаратным обеспечением.

Компьютерный класс должен быть оборудован проектором или интерактивной доской, подключённой к ПК преподавателя. Все персональные компьютеры должны отвечать следующим требованиям:

- ОС: Windows 7 и выше, 64 бита
- Процессор: Core i3 2100 или лучше
- ОЗУ: 4 Гб или больше
- Видеокарта: любая с поддержкой SM4 (не старше 2010 г.), 1 Гб VRAM
- Жёсткий диск: не менее 20 GB свободного места
- Желательно: наличие ЛВС и подключение к сети Интернет
- Учебное ПО:
 - * Microsoft PowerPoint 2007 (или выше)
 - * Среда разработки Arduino IDE

* Среда разработки Qt Creator

* Демонстрационное ПО для обеспечения показа экрана по сети

Дополнительно, каждое учебное место должно иметь следующее оборудование:

- Микроконтроллер семейства Arduino
- Макетная плата не менее 80x50 pin
- Набор светодиодов 5V, один светодиод RGB
- Набор резисторов номиналов от 100 Ом до 100 кОм
- Набор конденсаторов номиналов от 1 мкФ до 220 мкФ
- Тактовые кнопки
- Ультразвуковой дальномер HC-SR04
- Набор pnp и npn – транзисторов, IGBT-транзистор
- Серводвигатель SG-90
- Драйвер электродвигателя x 2 шт
- Температурный датчик LM335Z
- Фоторезистор VT93N1
- Динамик
- Батарейный отсек на 4 батарейки AA x 2 шт, 8 батареек AA
- Переменные резисторы
- Соединительные провода и разъёмы
- Кабель USB - micro-USB
- Датчик линии x 2 шт
- Мультиметр
- Датчики линии x 2 шт
- Выпрямительные диоды x 5 шт
- Роботехническое колёсное шасси в составе:
 - * несущего корпуса
 - * мотор-редуктора x 4 шт
 - * колеса x 4 шт
 - * крепёж

Структура занятий

Занятия состоят из теоретической и практической частей. В рамках теоретической части учащимся в лекционной форме, сопровождаемой показом слайдов и дискуссионными элементами, преподаётся основной материал занятия. Также производится проверка домашнего задания, заслушиваются доклады, даются ответы на возникающие вопросы. Длительность каждого занятия – 3 академических часа. Занятия проводятся два раза в неделю.

После вводной теоретической части учащимся предлагается экспериментально подтвердить изложенное, собрав радиоэлектронную схему и запрограммировав входящий в её состав управляющий микроконтроллер. В число схем входят простые лабораторные установки, предназначенные для изучения характера физических явлений, и небольшие учебно-инженерные проекты. В процессе учащийся лично наблюдает, как вносимые им изменения влияют на поведение собираемой схемы, получая возможность собственноручно подтвердить правильность известных закономерностей и понять, почему явление имеет именно такой вид.

Учебные группы

Учащиеся разбиваются на группы по 2 человека, называемые «учебные экипажи». Подобное деление преследует несколько целей:

а) развитие навыка командной работы и совместного решения задач, привитие каждому из членов экипажа персональной ответственности путём демонстрации существенности его вклада в общее дело

б) привнесение в обучение соревновательного элемента, с возможностью для экипажей получить более высокий ранг путём старательного выполнения основных или дополнительных (предлагаемых по желанию) учебных заданий

в) мотивация к более глубокому изучению каждым из учащихся «своей» области курса. Назначенный в экипаже навигатором будет более

заинтересован в изучении небесной механики, назначенный бортинженером - в технической части осуществления полёта, и т.п.

Деление по возрастным группам не производится.

Оценивание учащихся

Для оценивания меры усвоения учебного курса и выработки навыков, предлагается использовать систему ранжирования учебных экипажей по успешности выполнения учебных заданий курса. За каждое выполненное задание экипаж (целиком) получает определённое количество баллов, от 1 до 3, в зависимости от качества выполнения. Оценка плюсуется к общему количеству баллов, ранее заработанных экипажем. Особо отличившиеся учащиеся также могут быть за индивидуальные достижения премированы дополнительными баллами. Отрицательных оценок за любой результат выполнения заданий не ставится – однако, баллы могут быть сняты за нарушение норм поведения.

Учащиеся регулярно имеют доступ к общей статистике успеваемости, подаваемой в качестве «ранга» учебного экипажа в общем зачёте. Учащимся, получившим самый высокий «ранг», по завершении обучения вручаются грамоты от АО «ВПК «НПО Машиностроения» об окончании курса с отличием, а также выдаётся именная рекомендация для поступления на Аэрокосмический факультет МГТУ им. Н.Э. Баумана. Прочие учащиеся получают обыкновенное свидетельство об окончании курса.

Для того, чтобы заработать дополнительные баллы, учащимся предоставляется возможность по мере занятий выполнять задания повышенной сложности, а также проводить дома дополнительные научные и исследовательские работы по предлагаемым темам. Выполнение этих заданий не является обязательным, но позитивно оценивается даже в случае неудачных попыток, поскольку дополнительно стимулирует учащегося к самостоятельному углублению знаний по тематике Курса.

В качестве форм аттестации предусматривается проведение опросов, учебных отчётов, проверочных и творческих работ. В качестве формы отслеживания и фиксации результатов предусматривается видеозапись, грамоты, дипломы, портфолио, фото. В качестве форм предъявления и демонстрации образовательных результатов предусматривается выставка, демонстрация моделей, защита творческих работ, конкурс, контрольная работа, научно-практическая конференция, открытое занятие, итоговый отчёт.

Итоги курса

В результате прохождения Курса, учащийся овладеет следующими компетенциями:

- 1) Самостоятельное проектирование простейших электронных схем и устройств
- 2) Чтение электрических схем и понимание принципа их работы
- 3) Безопасная сборка электронных устройств по предоставленным схемам
- 4) Поиск неисправностей и ошибок в собранных схемах на модульном уровне
- 5) Составление программных алгоритмов работы простейших роботехнических комплексов
- 6) Чтение, анализ и создание блок-схем алгоритмов
- 7) Выбор оптимальных способов получения, обработки и хранения информации внутри вычислительных систем
- 8) Программирование микроконтроллеров семейства Arduino
- 9) Составление алгоритмов для решения базовых инженерных задач
- 10) Построение дистанционно управляемых моделей космических аппаратов
- 11) Построение автономных моделей космических аппаратов

Учебный план

№	Название раздела	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Вводное занятие. Инструктаж по безопасности. Знакомство с учащимися. История развития отрасли создания КА.	3	3	0	Опрос
I	Физические принципы работы электрических схем	51	27	24	
2	Электричество - физические основы. Основное оборудование электротехнической лаборатории. Правила электробезопасности. Короткое замыкание.	6	2	4	Опрос
3	Ток. Напряжение. Закон Ома.	9	6	3	Сам. раб.
4	Резисторы и источники питания. Понятие нагрузки. Светодиоды.	6	2	4	Опрос
5	Электротехника как наука о контактах. Правила подбора проводов и монтаж деталей. Примеры неудачных схем КА. Моделирование аварий.	4	2	2	Сам. раб.
6	Печатные и макетные платы. Правила безопасного монтажа.	3	3	0	Опрос
7	Последовательное и параллельное подключение. Решение простейших	9	5	4	Сам. раб.

	математических примеров при помощи электрических схем.				
8	Переменный и постоянный ток. Фазы тока. Выпрямление тока. Диоды.	6	3	3	Сам. раб.
9	Коммутация схем. Транзисторы и реле. Кнопки. Управление КА до эпохи микроэлектронных устройств.	6	3	3	Сам. раб.
10	Проверочное мероприятие	2	1	1	Сам. раб. + опрос
II	Типовые элементы электрических схем	48	23	25	
11	Конденсаторы. Простейшие схемы с конденсаторами. Плавное зажигание лампочки.	6	3	3	Сам. раб.
12	Катушки индуктивности. Колебательный контур.	3	2	1	Опрос
13	Режимы работы транзисторов.	6	3	3	Сам. раб. + опрос
14	Эксперименты с транзисторами. Сборка простейших управляемых схем.	6	3	3	Сам. раб.
15	Компьютерное моделирование электрических схем. Стандарты компьютерного проектирования систем управления КА.	6	3	3	Опрос
16	Датчики. Фотодиоды. Построение аналога звёздного датчика КА.	6	3	3	Сам. раб. + опрос

17	Электродвигатели, их виды. Управляем вращением электродвигателя. Торможение и разгон двигателя. Рулевые машинки и приводы в конструкции КА.	9	4	5	Сам. раб. + опрос
18	Дистанционное управление. Сборка пульта управления роботом.	4	1	3	Сам. раб.
19	Проверочное мероприятие	2	1	1	Сам. раб. + опрос
III	Микроконтроллерное управление	78	37	41	
20	Устройство компьютера и микроконтроллера. Микросхемы. Правила безопасности при работе с контроллерами.	6	6	0	Опрос
21	Понятие программы. Прошивка. Загрузка данных в контроллер.	3	2	1	Сам. раб. + опрос
22	Знакомство с контроллером. Порты. Основы программирования. Среда разработки. Мигаем лампочкой при помощи контроллера.	6	3	3	Сам. раб. + опрос
23	Переменные. Простейший нажимной счётчик. Таймер. Подсчёт времени.	9	3	6	Сам. раб. + опрос
24	Блок-схемы. Алгоритмизация. Уровни детализации. Чертим блок-схемы простейших алгоритмов. Отраслевые	3	2	1	Опрос

	стандарты разработки алгоритмов КА.				
25	Библиотеки. Вывод текста в последовательный порт.	3	1	2	Опрос
26	Условия и условные операторы. Простейший кодовый замок.	6	2	4	Сам. раб. + опрос
27	Проверочное мероприятие.	3	2	1	Сам. раб. + опрос
28	Цифровые и аналоговые сигналы. Понятие массивов. Подключение динамика к контроллеру.	6	3	3	Сам. раб. + опрос
29	Переделка простейших аналоговых схем в цифровые с использованием контроллера. Принципы электромагнитной совместимости при разработке КА.	3	1	2	Сам. раб. + опрос
30	ШИМ. Силовые ключи. Использование ШИМ для управления двигателями.	6	2	4	Сам. раб. + опрос
31	Шилды. Подключение внешних устройств.	9	3	6	Сам. раб. + опрос
32	Подключение датчиков. Получение сигналов с датчиков и их обработка. Типовые датчики КА.	6	2	4	Сам. раб. + опрос
33	Понятие шумов. Ориентация в пространстве. Дальномеры КА.	6	3	3	Сам. раб.
34	Проверочное занятие	3	1	2	Сам. раб. + опрос
IV	Конструирование модели планетохода	36	15	21	

35	Основы конструкции планетохода. Основные узлы реальных машин. Режимы работы. Проектирование.	3	3	0	Сам. раб. + опрос
36	Сборка самоуправляемого робота для движения по линии.	9	4	5	Сам. раб.
37	Создание программы командного управления планетоходом. Передвижение планетохода по заранее заданной программе. Программирование планетохода с пульта.	6	3	3	Сам. раб.
38	Связь с центром управления. Радио-мост. Добавление полезной нагрузки на планетоход.	3	1	2	Сам. раб.
39	Приём и передача команд по беспроводному каналу. Выполнение задач в автономном и полуавтономном режимах.	9	3	6	Сам. раб.
40	Дистанционное радиокомандное управление.	3	1	2	Сам. раб.
41	Проверочное занятие. Испытания модели планетохода во внешних условиях.	3	0	3	Сам. раб.
42	Открытое занятие. Проведение заключительного испытания. Демонстрация навыков.	3	2	1	

Содержание учебного плана

Каждый из блоков занятий заканчивается проверочным занятием, позволяющим оценивать уровень освоения материала учащимися. Также каждое занятие предполагает ответы на возникшие за время его подготовки вопросы учащихся и проведение самостоятельных работ для контроля успеваемости.

Ниже приведены рекомендованные структурные единицы:

Раздел 1: «Физические принципы работы электрических схем»

№	Тематика занятия:	Теоретическая часть:	Практическая часть:
1	Вводное занятие. Инструктаж по безопасности. Знакомство с учащимися. История развития отрасли создания КА.	Безопасность. Проблемы разработки КА.	-
2	Электричество - физические основы.	Строение вещества. Частицы. Таблица Менделеева. Проводники, полупроводники, диэлектрики.	-
3	Основное оборудование электротехнической лаборатории. Правила электробезопасности. Короткое замыкание.	Знакомство с основными приборами. Ознакомление с правилами безопасности. Понятие короткого замыкания.	Сборка простейшей схемы. Создание управляемого низкоточного короткого замыкания.
4	Ток. Напряжение. Закон Ома.	Понятие тока и напряжения. Аналогии на примере труб с водой. Закон Ома.	-
5	Ток. Напряжение. Закон Ома (продолжение).	-	Эксперименты со сборкой простейших схем. Измерение тока и напряжения.
6	Резисторы и источники питания. Понятие нагрузки.	Электрическое сопротивление. Нагрузка. Токоограничительные резисторы.	Сборка схемы для питания светодиодов.
7	Понятие нагрузки. Светодиоды.	Устройство светодиода. Полярность.	Завершение сборки схемы с включением светодиодов. Ток через светодиоды.
8	Электротехника как наука о контактах.	Виды контактов. Разрешённые и	Оценка параметров надёжности светодиода путём

	Правила подбора проводов и монтаж деталей.	запрещённые способы соединения. Потеря контакта. Пробой изоляции. Выход из строя элементов.	подачи избыточного тока. Оценка надёжности светодиода при различных вариантах включения.
9	Примеры неудачных схем КА. Моделирование аварий. Правила безопасного монтажа.	Анализ ситуация катастроф КА при выходе из строя неудачно спроектированных модулей.	Воссоздание ситуации с выходом из строя элемента цепи управления.
10	Печатные и макетные платы.	Устройство печатной и макетной платы. Многослойные и однослойные платы. Монтаж.	-
11	Последовательное и параллельное подключение элементов.	Понятие последовательного и параллельного подключения. Аналогии из области механики.	-
12	Последовательное и параллельное подключение элементов (продолжение).	Принципы и задачи применения последовательного и параллельного подключения.	Сборка цепей с обеими видами подключений элементов.
13	Решение простейших математических примеров при помощи электрических схем.	Аналоговые компьютеры. Использование параметров элементов в математических расчётах.	Сборка электрических схем для решения линейных уравнений и снятие с них параметров.
14	Переменный и постоянный ток.	Понятие переменного и постоянного тока. Частота. Фаза. Гармонические колебания.	Наблюдение за характером гармонических колебаний тока от источника переменного напряжения.
15	Фазы тока. Выпрямление тока. Диоды.	Трёхфазная электрическая сеть. Устройство и принцип действия диода.	Сборка выпрямительного моста.
16	Коммутация схем. Кнопки. Управление КА до эпохи микроэлектронных устройств.	Переходные процессы в схемах. Искрение. Элементная база КА до появления современных логических устройств.	Сборка схемы с управлением коммутацией при помощи кнопки. Проблемы «подвешенных» выводов кнопки.
17	Коммутация схем. Транзисторы и реле.	Устройство транзисторов и реле. Усилители. Реализация логических схем с использованием транзисторов.	Реализация простейшей схемы управления мощностью. Усилитель.
18	Проверочное мероприятие	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Отработка полученных навыков с самостоятельной сборкой управляемой схемы.

Раздел 2: «Типовые элементы электрических схем»

№	Тематика занятия:	Теоретическая часть:	Практическая часть:
19	Конденсаторы. Простейшие схемы с конденсаторами.	Принцип работы конденсатора. Полярность подключения. Зарядка и разрядка конденсатора.	-
20	Простейшие схемы с конденсаторами. Плавное зажигание лампочки.	-	Сборка схемы с питанием лампочки от конденсатора, предусматривающей отдельные фазы заряда и разряда.
21	Катушки индуктивности. Колебательный контур.	Индуктивность. Катушка индуктивности. Физические основы LC-контуров.	Сборка простейшего колебательного контура.
22	Режимы работы транзисторов.	Изучение принципов работы и режимов работы транзисторов.	-
23	Режимы работы транзисторов (продолжение).	-	Построение усилителя на одном транзисторе.
24	Эксперименты с транзисторами.	Типовые схемы применения транзисторов. Разделение управляющей и силовой схем.	-
25	Сборка простейших управляемых схем.	-	Сборка управляющей схемы с использованием транзистора. Включение и отключение устройств при помощи транзистора в ключевом режиме.
26	Компьютерное моделирование электрических схем.	Принципы моделирования электрических схем на компьютере.	Знакомство с онлайн-системой моделирования «Электрик Онлайн».
27	Стандарты компьютерного проектирования систем управления КА.	Подходы к проектированию системы управления. Логика системы управления.	Компьютерное моделирование однокритериального регулятора.
28	Датчики. Фотодиоды.	Принцип подключения датчиков и обработки сигналов с них. Влияние шумов.	Создание схемы «садового фонаря», включающегося с наступлением сумерек.
29	Построение аналога звёздного датчика КА.	Звёздные датчики КА, их устройство и принципы функционирования.	Создание макета звёздного датчика КА при помощи фотодиода.
30	Электродвигатели, их виды.	Виды электродвигателей. Коллекторные и бесколлекторные двигатели.	-

31	Управляем вращением электродвигателя. Торможение и разгон двигателя.	Принципы управления электродвигателем. Мотор-драйверы и их режимы.	Сборка схемы управления коллекторным электродвигателем.
32	Рулевые машинки и приводы в конструкции КА.	Понятие рулевой машинки. Сервоприводы. Обратная связь.	Сборка схемы управления сервоприводом.
33	Дистанционное управление. Сборка пульта управления роботом.	Принципы дистанционного управления КА.	Начало сборки пульта управления для робота.
34	Проверочное мероприятие	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Отработка полученных навыков путём самостоятельного завершения сборки схемы управления роботом.

Раздел 3: «Микроконтроллерное управление»

№	Тематика занятия:	Теоретическая часть:	Практическая часть:
35	Устройство компьютера и микроконтроллера. Микросхемы.	История создания микропроцессоров. Основные элементы ПК. Архитектура Фон Неймана.	-
36	Правила безопасности при работе с контроллерами.	Законы Грида при проектировании вычислительных систем. Рефлексия. Регуляторы.	-
37	Понятие программы. Прошивка. Загрузка данных в контроллер.	Программа как последовательность действий. Компиляция. Выполнение контроллером команд. Основы программирования.	Сборка и загрузка в контроллер программы для мигания светодиодом.
38	Знакомство с контроллером. Порты. Основы программирования.	Структура контроллера. Выполняемые контроллером задачи. Возможности контроллера.	Переназначение портов для мигания светодиодом.
39	Среда разработки. Мигаем лампочкой при помощи контроллера.	Знакомство с функционалом среды разработки Arduino IDE.	Создание собственной программы для мигания светодиодом. Детальный разбор инструкций.
40	Переменные.	Понятие деления оперативной памяти. Сохранение данных, чтение данных. Типы данных.	Сборка тестовой схемы и написание программы для чтения данных в переменные.
41	Пример использования переменных.	-	Реализация нажимного счётчика на базе кнопки.

	Простейший нажимной счётчик.		
42	Таймер. Подсчёт времени.	Понятие такта контроллера. Вычисление времени выполнения операции.	Реализация подсчёта времени между нажатиями кнопки на базе микроконтроллера.
43	Блок-схемы. Алгоритмизация. Уровни детализации. Чертим блок-схемы простейших алгоритмов. Отраслевые стандарты разработки алгоритмов КА.	Принципы построения алгоритмов. Подходы к решению задачи. Условия. Разветвлённые алгоритмы. Обозначения по ГОСТ.	Построение алгоритмов бытовых действий (сбор в школу, поход в магазин, переход дороги).
44	Библиотеки. Вывод текста в последовательный порт.	Понятие программных библиотек. Повторное использование кода.	Использование встроенной библиотеки Serial для вывода текста в последовательный порт.
45	Условия и условные операторы.	Ветвление программы. Разветвлённые алгоритмы и их написание.	Создание программы, выполняющей различные действия при разных состояниях нажатия кнопки.
46	Пример использования условных операторов. Простейший кодовый замок.	-	Разработка схемы кодового замка, открывающегося при верной комбинации нажатых кнопок.
47	Проверочное мероприятие.	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Отработка полученных навыков путём самостоятельной разработки игры «Кто быстрее?»
48	Цифровые и аналоговые сигналы. Понятие массивов.	Обработка сигналов. Уровень сигнала. Массивы как способ хранения объёмов данных.	-
49	Использование массивов. Подключение динамика к контроллеру.	-	Реализация схемы проигрывания записанных в массив мелодий при помощи динамика.
50	Переделка простейших аналоговых схем в цифровые с использованием контроллера. Принципы электромагнитной совместимости при разработке КА.	Аналоговые и цифровые сигналы. Регуляторы и их построение на базе микроконтроллера. Электромагнитная совместимость и помехи.	Построение цифрового регулятора.
51	ШИМ. Силовые ключи.	Понятие широтно-импульсной модуляции. Управление нагрузкой при помощи силового ключа.	Изучение ШИМ в программе компьютерного моделирования.

52	Использование ШИМ для управления двигателями.	-	Применение силового ключа для сборки схемы управления электродвигателем.
53	Шилды. Подключение внешних устройств.	Виды шилдов. Монтирование плат для соединения между собой.	Изучение мотор-шилда. Подключение шилда к контроллеру.
54	Принципы создания шилдов. Модульная архитектура систем управления КА.	Проектирование шилдов. Модульная архитектура. Топологии вычислительных сетей. Понятие надёжности систем из совокупности элементов.	Связь двух контроллеров между собой и передача данных. Построение длинных линий связи.
55	Подключение электродвигателей через мотор-шилд	-	Использование мотор-шилда для подключения к контроллеру нескольких электродвигателей.
56	Подключение датчиков.	Принципы подключения датчиков. Цифровые и аналоговые датчики.	Подключение термодатчика к контроллеру.
57	Получение сигналов с датчиков и их обработка. Типовые датчики КА.	Типовые датчики КА и их ограничения. Принципы выбора датчиков для КА.	Подключение фоторезистора к контроллеру для снятия точных показаний освещённости.
58	Понятие шумов датчиков. Ориентация в пространстве.	Природа и источники шумов. Принципы гашения и фильтрации шумов.	Сборка схемы с большим количеством электрических помех и разработка программного фильтра.
59	Дальномеры КА.	Подходы к построению дальномеров. Способы бесконтактного измерения расстояния.	Подключение ультразвукового дальномера и реализация обработки показаний.
60	Проверочное мероприятие	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Отработка полученных навыков путём самостоятельной сборки сканирующей радарной системы на базе дальномера и сервопривода.

Раздел 4: «Конструирование модели планетохода»

№	Тематика занятия:	Теоретическая часть:	Практическая часть:
61	Основы конструкции планетохода. Основные узлы реальных машин. Режимы работы. Проектирование.	Ознакомление с историей создания планетоходов. Проблемы и методы их решения на реальных КА. Устройство планетоходов.	-
62	Сборка самоуправляемого робота для движения по линии.	Задача движения по линии. Датчики линии. Алгоритм поиска линии.	-

63	Сборка самоуправляемого робота для движения по линии (продолжение).	-	Знакомство с датчиками линии. Получение данных с датчиков линии.
64	Сборка самоуправляемого робота для движения по линии (окончание).	Подходы к регулированию движения по линии.	Реализация движения по линии. Отладка и устранение недостатков.
65	Создание программы командного управления планетоходом. Передвижение планетохода по заданной программе.	Командное управление. Задание набора команд. Условные и безусловные команды. Вмешательство человека.	-
66	Программирование планетохода с пульта.	-	Создание программы, позволяющей задать последовательность действия планетохода с пульта управления.
67	Связь с центром управления. Радио-мост. Добавление полезной нагрузки на планетоход.	Принципы организации радио-моста. Ретрансляторы. Связь с Землёй. Передача научных данных.	Установка полезной нагрузки на модель планетохода и программирование передачи данных.
68	Приём и передача команд по беспроводному каналу.	Способы беспроводной связи. Устойчивость и надёжность. Кодирование.	Реализация аналога беспроводной передачи данных на модели.
69	Выполнение задач в автономном и полуавтономном режимах (начало)	Режимы работы КА. Уровень вмешательства человека и автономность в принятии решений.	Добавление в программу модели возможностей работы в различных режимах.
70	Выполнение задач в автономном и полуавтономном режимах (окончание)	-	Завершение реализации режимов работы на модели. Устранение недостатков.
71	Дистанционное радиоконандное управление.	Борьба с временной задержкой при передаче команд.	Добавление аналога радиоконандного управления. Имитация временной задержки.
72	Проверочное мероприятие. Испытания модели планетохода во внешних условиях.	-	Завершение разработки и проведение испытаний модели.

Список литературы

- 1) 60 лет самоотверженного труда во имя мира". М.: ФГУП «НПО машиностроения», 2004
- 2) Кузьмин Р.О., Галкин И.Н. Как устроен Марс. М.: Знание, 1989
- 3) Засов А.В., Постнов К.А. Курс общей астрофизики (2-е изд.: Фрязино: Век 2, 2011)
- 4) Филин В.М. Воспоминания о Лунном корабле. М.: Изд-во «Культура», 1992
- 5) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Книга 1. М.: Машиностроение, 1999
- 6) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Фили - Подлипки - Тюратам. Книга 2. М.: Машиностроение, 1999
- 7) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны. Книга 3. М.: Машиностроение, 1999
- 8) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Лунная гонка. Книга 4. М.: Машиностроение, 1999
- 9) Афанасьев И.Б. Неизвестные корабли. М.: Знание, 1991
- 10) Филин В.М. Воспоминания о Лунном корабле. М.: Изд-во «Культура», 1992
- 11) Шевченко В.В. Лунная база. М.: Знание, 1991
- 12) Баевский А.В. Космические автоматические аппараты США для изучения Луны и окололунного пространства (1958-1968). М.:ВИНИТИ, 1971
- 13) Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. Улли Соммер. БХВ-Петербург. 2012 г.
- 14) Электротехника / В.Ю. Ломоносов, К.М. Поливанов, О.П. Михайлов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 400 с.
- 15) Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники (в трёх частях). Издание четвертое. Москва: Издательство "Высшая школа", 1964 год.
- 16) Л.Р.Нейман и К.С.Демирчан. Теоретические основы электротехники, Том первый. Ленинград: Издательство "Энергия", 1967 год.
- 17) Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12е изд. Том I: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008.

- 18) Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций – 4-е изд. – СПб: Корона принт, 2004 г.
- 19) Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. Издание четвертое, переработанное и дополненное. Москва: Издательство «Энергия», 1977.
- 20) Стивен Прата. Язык программирования С. Лекции и упражнения, 6-е изд. : Пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2015 г.