

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	Умная розетка на основе модуля ESP 8266
-------------	---

УДК 621.316.541.1.064:004.31.087.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Пищанская Маргарита Игоревна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Коломейцев Андрей	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам,

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	<i>Универсальные компетенции</i>
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ А.Н. Гормаков
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Пищанская Маргарита Игоревна

Тема работы:

Умная розетка на основе модуля ESP 8266	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3652/с от 13.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p><i>Объектом проектирования является умная розетка для бытовых сетей</i></p> <p><i>Цель проектирования – исследование концепции умной розетки, проектирование, сборка и испытание работающего образца</i></p> <p><i>Ожидаемые результаты: образец умной розетки должен иметь функции дистанционного беспроводного управления, контроля потребления электроэнергии, измерения основных параметров бытовой электрической сети, защиты от перепадов электрической сети, световой индикации мощности</i></p>
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<i>Теоретический обзор предметной области Теоретическая проработка функционала устройства Теоретический обзор способов дистанционного управления, передачи данных об энергопотреблении на смартфон, измерения данных об энергопотреблении, защиты от перепадов электрической сети Разработка структурной схемы, электрической принципиальной схемы устройства Подбор необходимых компонентов для образца Сборка образца Проектирование программного обеспечения</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Электрическая принципиальная схема ФЮРА.434621.000 ЭЗ</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Все	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.11.18
---	----------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	к.т.н.		
Ассистент ОЭИ	Коломейцев Андрей	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Пищанская Маргарита Игоревна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11 июня 2019 г.
--	-----------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2019	<i>Раздел 1. Обзор предметной области</i>	25
02.03.2019	<i>Раздел 2. Проектирование умной розетки</i>	25
20.05.2019	<i>Раздел 3. Реализация информационной системы</i>	25
06.05.2019	<i>Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
22.05.2019	<i>Раздел 5. Социальная ответственность</i>	10
10.06.2019	<i>Оформление ВКР и представление работы рецензенту</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Коломейцев Андрей	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Пищанской Маргарите Игоревне

Школа	Неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.01 Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>НИ проводится в 4 корпусе, ИШНКБ, ОЭИ, ТПУ. В работе над проектом задействованы 2 человека: научный руководитель и студент-дипломник</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»; Минимальный размер оплаты труда в 2018 году составляет 9750 рублей.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам – 27,1% от ФОТ</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>- Потенциальные потребители результатов НИ; - Анализ конкурентных технических решений.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>- Определение трудоемкости выполнения работ; - Расчет материальных затрат НИ; - Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; - Отчисления во внебюджетные фонды; - Накладные расходы.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>- Расчет уравнений эффективности НИ; - Расчет уравнений сравнительной эффективности НИ.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>Матрица SWOT</i>	
2. <i>Альтернативы проведения НИ</i>	
3. <i>График проведения и бюджет НИ</i>	
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.03.19
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына Зоя Васильевна	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Пищанская Маргарита Игоревна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Пищанской Маргарите Игоревне

Школа	Неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.01 <i>Приборостроение</i>

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. <i>Характеристика объекта проектирования</i>	<i>Объектом проектирования является образец умной розетки (УР) (4 корпус, аудитория 107а).</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	<i>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>
2. Производственная безопасность	<i>Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды. Разработать мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</i> <ul style="list-style-type: none"> – Неудовлетворительное освещение рабочей зоны; – Повышенный уровень электромагнитных полей; – Неудовлетворительный микроклимат; – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенный уровень напряженности электростатического поля; – Поражение электрическим током.
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – Решение по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Выбор наиболее типичной ЧС; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.19
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Пищанская Маргарита Игоревна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 104 страницы, 16 рисунков, 17 таблиц, 28 источников, 9 приложений.

Ключевые слова: умный дом, умная розетка, интернет вещей, автоматизация, энергопотребление, smart house, smart plug, IoT, energy monitor, Wi-Fi, ESP.

Цель работы – исследование концепции «умной розетки»; проектирование, сборка и испытание работающего образца.

В процессе исследования проводилось изучение способов дистанционного управления, измерения параметров электрической сети, программной среды Arduino IDE 1.6.5. Пояснительная записка ВКР была выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016, электрическая схема принципиальная выполнена с помощью САПР Altium Designer 17.1.

В результате исследования были разработаны электрическая схема, программный код и образец умной розетки, которые позволяют дистанционно управлять бытовой сетью, измерять параметры и осуществлять контроль энергопотребления с помощью смартфона. Образец УР обеспечен защитой от перепадов напряжения и тока, а также световой индикацией соответствующей потребляемой мощности.

Степень внедрения: в данный момент собран работающий образец умной розетки.

В дальнейшем планируется уменьшение габаритов образца, разработка корпуса розетки, совершенствование программного кода для улучшения быстродействия и расширения функциональных возможностей умной розетки.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ Р МЭК 60127-1—2005. Миниатюрные плавкие предохранители. Часть 1. Терминология для плавких предохранителей и общие требования к миниатюрным плавким вставкам.

ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.

СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011.

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.

ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.

ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984.

СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические, 2009.

НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003.

Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).

Специальная оценка условий труда в ТПУ (СОУТ ТПУ), 2018.

В настоящей работе применены следующие сокращения:

УР - умная розетка;

ТЗ - техническое задание;

ИС - измерительная система;

АЦП - аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь;

ИТТ - измерительный трансформатор тока;

ЭМР - электромагнитное реле;

ЭДС - электродвижущая сила;

НТИ – научно-техническое исследование;

ЧС – чрезвычайная ситуация.

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Интернет вещей (IoT): сеть физических предметов («вещей»), подключенных к Интернету и взаимодействующих между собой или с внешней средой.

Рабочее напряжение: входное напряжение бытовой сети, допустимое для используемой розетки.

Частота переменного тока: величина обратная времени, в течение которого переменный периодический ток совершает полный цикл своих изменений, возвращаясь к своей исходной величине.

Максимальный ток нагрузки: предельно допустимое значение тока, при котором УР работоспособна.

Максимальная мощность подключения (максимальная нагрузка): предельно допустимая мощность одновременно подключенных устройств к розетке.

Дистанционное управление: управление устройством на определенном расстоянии с помощью, к примеру, пульта дистанционного управления либо смартфона.

Рабочая температура: диапазон температур окружающей среды, при которых УР способна нормально функционировать без сбоев и поломок.

Защита: защитные функции от неполадок сети, которыми оборудована УР.

Поддержка операционных систем: указание поддерживаемой операционной системы.

Функции: желаемые пользователем возможности прибора.

Энергопотребление: в данной работе потребление определенного количества электрической энергии устройством, включенным в электрическую цепь бытовой сети за определенный период времени.

Роутер: сетевое устройство, которое выполняет подключение к сети Интернет и занимается процессом пересылки данных между подключенными устройствами и сетью.

Работа электрического тока: работа, совершаемая электрическим полем при перемещении зарядов по проводнику, т.е. величина работы показывает, сколько электрической энергии было получено и израсходовано.

Счетчик электрической энергии: устройство необходимое для учета совершенной электрическим током работы, т.е. для учета израсходованной (преобразованной) электрической энергии.

Резистивный делитель напряжений: цепь или схема соединения резисторов, применяемая для получения разных напряжений от одного источника питания.

Шунт: устройство, которое позволяет электрическому току протекать в обход какого-либо участка схемы.

Плавкий предохранитель: устройство, которое за счёт расплавления одной или нескольких его деталей, имеющих определённую конструкцию и размеры, размыкает цепь, в которую оно включено, прерывая ток, если он превышает заданное значение в течение определённого.

Варистор: полупроводниковый резистор, электрическое которого нелинейно зависит от приложенного напряжения, имеет два вывода

Термопредохранители: компоненты одноразового действия, как и плавкие предохранители, срабатывающие на превышение допустимого предела температуры.

ЭМР: коммутационное устройство для переключения электрических цепей электромагнитным полем.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	18
Глава 1 Обзор предметной области.....	19
1.1 Техническое задание.....	19
Глава 2 Проектирование умной розетки	22
2.1 Теоретическая проработка функционала устройства.....	22
2.1.1 Функция 1. Дистанционное бесконтактное управление	22
2.1.2 Функция 2. Передача данных об энергопотреблении на смартфон	22
2.1.3 Функция 3. Измерение данных об энергопотреблении.....	23
2.1.4 Функция 4. Защита от перепадов бытовой электрической сети	33
2.1.5 Функция 5. Световая индикация на корпусе прибора.....	35
2.2 Структурная схема, подбор компонентов.....	36
Глава 3 Реализация умной розетки	45
3.1 Схема умной розетки	45
3.2 Проектирование программного обеспечения.....	45
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	46
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	46
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
4.1.2 SWOT-анализ.....	46
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	47
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	47
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	47
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	48

4.3	Бюджет научно-технического исследования	50
4.3.1	Расчет материальных затрат исследования	50
4.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	52
4.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	53
4.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	54
4.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	55
4.3.6	Расчет затрат на научные и производственные командировки	56
4.3.7	Контрагентные расходы.....	56
4.3.8	Накладные расходы.....	56
4.3.9	Формирование бюджета затрат	57
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	57
Глава 5	Социальная ответственность.....	61
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
5.1.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	62
5.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	62
5.2	Производственная безопасность	63
5.2.1	Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	63
5.2.2	Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	64
5.3	Экологическая безопасность	69
5.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	69
5.3.2	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	71
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	71
5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	73
Заключение	76
Список публикаций студента	77
Список использованных источников	78
Приложение А Технические характеристики существующих умных розеток ..	82
Приложение Б Сравнение наиболее распространенных протоколов беспроводной связи	84
Приложение В Характеристики NodeMCU V3	85
Приложение Г ФЮРА.434621.000 ЭЗ умной розетки.....	86
Приложение Д Программный код Arduino IDE для работы умной розетки.....	88
Приложение Е SWOT-анализ	95
Приложение Ж Перечень этапов, работ и распределение исполнителей	96
Приложение И Календарный план-график	97
Приложение К Расчет бюджета затрат исследования.....	98
Приложение Л Нормируемые показатели видов освещения помещений жилых зданий.....	99
Приложение М Предельно допустимые параметры звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест	100

Введение

Сегодня сложно представить мир без автоматизации. Человечество мечтает автоматизировать многие процессы высокотехнологичных производств, инфраструктуры или повседневной жизни уже несколько десятков лет, начиная от включения света и заканчивая управлением микроклиматом. С каждым днем мечты об автоматизации всех процессов, медленно, но уверенно становятся реальностью благодаря технологии Интернета вещей. Одним из первых известных IoT-устройств стал вендинговый аппарат с прохладительными напитками, модернизированный американскими студентами в 1982 году. Он позволял удаленно проверять наличие напитков, а также охладиться ли они.

В наше время миллиарды устройств обмениваются информацией между собой, мир Интернета вещей растет, продвинутые страны даже готовят правовую базу, которая будет регулировать новое информационное пространство.

Однако, говорить о полной автоматизации как о полноценном искусственном интеллекте пока еще рано, но первые шаги в этом направлении уже сделаны – созданы УР. Если какие-либо потребители электроэнергии подключить к данным розеткам, то можно управлять ими дистанционно и бесконтактно, не вставая с дивана или даже находясь на другом конце света [1]. УР все чаще становятся необходимы как в бытовых, так и в производственных сетях, поскольку технический прогресс способствует увеличению количества потребителей электроэнергии, что требует повышенного внимания к контролю энергопотребления.

Таким образом, основной целью данной работы является исследование концепции УР; проектирование, сборка и испытание работающего образца.

Глава 1 Обзор предметной области

1.1 Техническое задание

В соответствии с заявленной целью ВКР было выдано ТЗ (таблица 1).

Таблица 1 – ТЗ к создаваемой УР

Характеристики УР	
Рабочее действующее напряжение (В)	209-231
Частота переменного тока (Гц)	50±0,2
Сила тока (А)	До 16
Максимальная нагрузка (кВт)	3,5
Дистанционное управление	Wi-Fi
Рабочая температура (°С)	0~40
Защита от перепадов параметров сети	Есть
Совместимость	Android, iOS
Функции	1) Дистанционное беспроводное управление 2) Измерение данных об энергопотреблении 3) Передача данных об энергопотреблении на смартфон 4) Защита от перепадов напряжения. 5) Световая индикация потребления мощности на корпусе прибора

Значение рабочего напряжения обычно составляет 100-240 В. Этот параметр индивидуален для каждой УР и зависит от функционала конкретной модели.

Максимальный ток напрямую связан с максимальной мощностью устройства. К примеру, если максимальная мощность составляет 2200 Вт, то максимальная нагрузка будет равна $2200 \text{ Вт} / 220 \text{ В} = 10 \text{ А}$. Нагрузка менее чем в 10 А для современных смарт-розеток считается невысокой, 11 – 15 А — средней, а максимальный показатель - 16 А.

Бесконтактное дистанционное управление осуществляется с помощью стандартов передачи данных, по которому УР может общаться с устройством управления передачи данных. Стандарты передачи данных существуют для

нескольких технологий беспроводной передачи данных Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave, GSM:

1) управление с использованием Wi-Fi чаще всего осуществляется через установленное на смартфоне или планшете приложение, позволяет управление и сбор данных с любой точки мира [2];

2) использование Bluetooth подразумевает управление со смартфона или другого гаджета через беспроводной канал. Дальность такого управления составляет не более 10 м;

3) управление с использованием отдельный контрольного блока (шлюза) возможно с помощью протокола связи Z-Wave. Это может быть, как общий блок управления системы «умный дом», так и специализированное устройство, приобретаемое исключительно для смарт-розеток. Z-Wave работает в диапазоне частот до 1 ГГц и оптимизирована для передачи простых управляющих команд с малыми задержками (например, включить/выключить, изменить громкость, яркость и т. д.) [3];

4) GSM технология позволяет управление осуществляется через мобильную связь, такое устройство должно быть оборудовано слотом для Сим-карты. Управление имеют только занесенные в память номера телефонов. Управлять устройством можно из любой точки мира, где присутствует мобильная связь. Подключения к интернету при этом не требуется [4].

Рабочая температура у некоторых моделей диапазон может варьироваться от -10 до 85 °С.

Защита может быть от воды, от перепадов напряжения, наличие защитной шторки от детей и т.д., что позволяет избежать опасных для жизни человека и бытовой техники ситуаций.

Операционные системы, с которыми обычно приходится работать на смартфоне - Android 4.1 и выше (Android 4.1+), iOS 9.3 и выше в случае, если УР не управляется через специальный центр управления [5].

С функциональной точки зрения все УР имеют аналогичные друг другу возможности, такие как дистанционное управление питанием электроприборов

через локальные сети и сеть Интернет, измерение и передача в реальном режиме времени всех электрических параметров - напряжения, тока, мощности, учет - сохранение в энергонезависимой памяти подробной информации об энергопотреблении в виде таблиц и графиков, защита подключенных приборов от повышенного и пониженного напряжения и тока, планирование сценариев энергопотребления с помощью таймера управления питанием с однократным и периодическим режимом работы.

Таким образом, проектируемая УР рассчитана на использование в бытовой сети низкого напряжения на территории Российской Федерации, где согласно ГОСТ Р 54149-2010 стандартное номинальное напряжение равно 220 Вольт, где одиночные быстрые изменения напряжения не превышают 5%, а частота сети равна 50 Гц с допустимым отклонением частоты $\pm 0,2$ Гц в течение 95% времени интервала в одну неделю. Данный стандарт распространяется на электротехническое, электронное и радиоэлектронное с номинальным потребляемым током не более 16 А в одной фазе. Сила тока равная 16 А позволяет безопасно подключать потребители мощностью до 3,5 киловатт.

Также был выполнен обзор предлагаемых на рынке УР со схожими техническими характеристиками, который приведен в таблице А.1 (приложение А). В результате, были выявлены следующие недостатки существующих решений:

- 1) максимальный ток нагрузки чаще всего не более 11 А, когда существуют бытовые приборы, рассчитанные на 16 А;
- 2) не всегда есть индикация работы на корпусе прибора, что уменьшает удобство пользования.

Глава 2 Проектирование умной розетки

2.1 Теоретическая проработка функционала устройства

Первым этапом работы является изучение существующих аналогов УР. Изучение проводилось в соответствии с требуемыми функциями создаваемой УР. Выявленные функциональные особенности разных моделей УР разбиты на категории и проанализированы.

2.1.1 Функция 1. Дистанционное бесконтактное управление

В первую очередь стоит определить протокол передачи информации. Из существующих протоколов связи можно выделить 4: Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave, GSM. Их анализ и сравнение представлены в таблице Б.1 (приложение Б).

Протокол Bluetooth имеет ограниченную дальность использования и не даст возможность управлять энергопотреблением удаленно, например, в поездке. Z-Wave имеет очень узкий канал связи, что ограничит возможности передачи параметров сети. Дальность применения также является весьма ограниченной. GSM не позволяет проводить мониторинг параметров в реальном времени, а передача сообщений стоит денег.

Таким образом, основываясь на данных таблицы 1 и таблицы Б.1, наиболее рациональным решением является использование протокола связи Wi-Fi.

2.1.2 Функция 2. Передача данных об энергопотреблении на смартфон

Для обеспечения передачи данных об энергопотреблении согласно протоколу связи, Wi-Fi между передатчиком информации об энергопотреблении сети и приемником этой информации – смартфоном, требуется источник связи в

локальной сети – маршрутизатор, либо просто роутер. Беспроводной маршрутизатор связывает мини-сервер, подключенный к сети Интернет, с устройствами пользователей [6]. Все устройства в отдельности получают свои собственные IP-адреса - уникальные сетевые адреса узла в компьютерной сети [7].

Таким образом, используя Wi-Fi-роутер можно передать информацию на смартфон по беспроводному каналу связи.

2.1.3 Функция 3. Измерение данных об энергопотреблении

Одной из важных характеристик электросети в конкретный момент времени является работа электрического тока.

Работа электрического тока рассчитывается по формуле (1):

$$A = qU, \quad (1)$$

где q — электрический заряд, который прошел за определенное время через исследуемый участок цепи,

U – напряжение на участке цепи (В).

Электрический заряд q рассчитывается по формуле (2):

$$q = It, \quad (2)$$

где I – постоянный ток, протекающий в цепи (А),

t - время, в течении которого совершается работы электрического тока, измеряется в секундах (с).

Подставив в последнее равенство (2) в формулу (1), имеем:

$$A = IUt. \quad (3)$$

Итак, работа электрического тока равна произведению силы тока на напряжение и на время протекания тока по цепи. Работа электрического тока выражается в джоулях.

Известно, что более распространённой характеристикой энергопотребления является мощность, которая равна отношению совершенной

работы тока ко времени, в течение которого эта работа была совершена. Мощность обозначается в электротехнике - буквой P., следовательно, мощность рассчитывается по формуле (4):

$$P = \frac{A}{t} \quad (4)$$

Пользуясь формулой (4), найдем мощность электрического тока:

$$P = IU. \quad (5)$$

За единицу мощности ватт (Вт) принята мощность тока силой 1 А на участке с напряжением 1 В. Измерить мощность электрического тока можно с помощью вольтметра и амперметра, перемножив полученные значения или с помощью ваттметров, которые непосредственно измеряют мощность электрического тока в цепи. Также можно использовать счетчики электрической энергии.

Обязательной и важной частью любого счетчика является измерительная часть, которая представлена специализированной ИС, основными частями которой является микроконтроллер с датчиками токов и напряжений. Измерителями напряжения в большинстве случаев выступают вольтметры. Измерителем уровня протекающих токов является амперметр. Также возможно использовать для измерения силы тока вольтметр с последующей обработкой сигнала в программируемых микросхемах.

Вольтметр

Для измерения напряжения на участке электрической цепи чаще всего используют вольтметр с АЦП с последовательным преобразованием входного сигнала, который называют АЦП со следящей связью (рисунок 1).

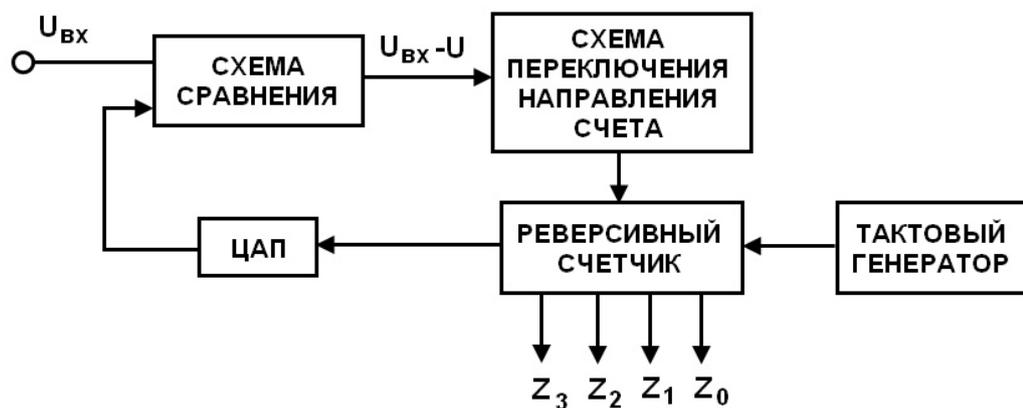


Рисунок 1 - АЦП со следящей связью [8]

В АЦП рассматриваемого типа используется ЦАП и реверсивный счетчик, сигнал с которого обеспечивает изменение напряжения на выходе ЦАП. Настройка схемы такова, что обеспечивается примерное равенство напряжений на входе $U_{вх}$ и на выходе ЦАП – U . Если входное напряжение $U_{вх}$ больше напряжения U на выходе ЦАП, то счетчик переводится в режим прямого счета и код на его выходе увеличивается, обеспечивая увеличение напряжения на выходе ЦАП. В момент равенства $U_{вх}$ и U счет прекращается и с выхода реверсивного счетчика снимается код $Z_3...Z_0$, соответствующий входному напряжению. Таким образом, подключая АЦП такого вида параллельно нагрузке в виде бытового прибора, можно узнать потребляемое прибором напряжение в цифровом виде [8].

Пределы измерения напряжения зависят от структуры вольтметра. АЦП как правило имеет диапазон допустимых входных напряжений, при превышении верхней границы которого, могут случиться неполадки в работе ИС. Следовательно, для согласования уровня измеряемого напряжения сети и допустимых входных напряжений АЦП необходимо использовать некий регулятор напряжений. Довольно часто для этого используется резистивный делитель напряжений, в котором входное и выходное напряжение связаны коэффициентом передачи [9]. Делитель напряжения можно представить, как два

последовательных участка цепи, называемые плечами, сумма напряжений на которых равна входному напряжению.

Простейший резистивный делитель напряжения представляет собой два последовательно включённых резистора R_1 и R_2 , каждый из которых имеет свое сопротивление, измеряемое в Ом, подключённых к источнику напряжения U (рисунок 2).

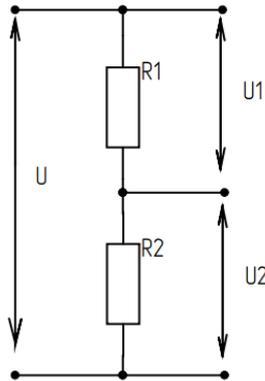


Рисунок 2 – Линейный делитель напряжения

Поскольку резисторы соединены последовательно, то ток через них будет одинаков в соответствии с первым правилом Кирхгофа. Падение напряжения на каждом резисторе согласно закону Ома, будет пропорционально сопротивлению (ток, как было установлено ранее, одинаково), рассчитывается по формуле (6):

$$U = R \cdot I. \quad (6)$$

Сложив два значения по формуле (7) для напряжений получается:

$$U_1 + U_2 = I(R_1 + R_2). \quad (7)$$

Далее, если $U_1 + U_2 = U$, то конечное значение тока можно рассчитать по формуле (8):

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2}. \quad (8)$$

Тогда можно вывести значения для каждого из напряжений на плечах делителя через значения входного напряжения и сопротивлений резисторов (формула (8), (9)):

$$U_1 = U \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \quad (9)$$

$$U_2 = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}. \quad (10)$$

Таким образом, если подключить нагрузку R_H (рисунок 3) в виде бытового прибора параллельно напряжению сети U и подобрать резисторы таким образом, чтобы величина падающего напряжения на одном из них позволяла подключить к нему ИС без последующего сбоя в работе, то измерение потребляемого нагрузкой напряжения можно вычислить по формулам (9) и (10).

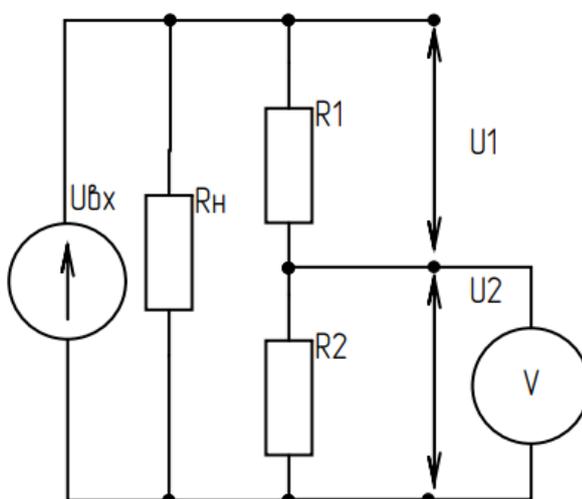


Рисунок 3 – Использование делителя напряжения для измерения напряжения на участке цепи

Амперметр для измерения тока:

Для измерения силы тока в электрической цепи чаще всего используют амперметр. В электрическую цепь амперметр включается последовательно с тем участком электрической цепи, силу тока в котором измеряют. Для измерения электрической величины амперметр снабжается шунтом, датчиком Холла, ИТТ (только для цепей переменного тока) или магнитным усилителем (для цепей постоянного тока).

1) ИТТ

Назначение ИТТ необходим для обеспечения гальванической изоляции первичной цепи от измерительной или контролирующей цепи (амперметров, вольтметров, электросчетчиков и др.) или отделении систем релейной защиты от сети с высоким напряжением или током, а также в преобразовании высоковольтного напряжения или мощного тока до величин, удобных для измерений стандартными приборами [10]. Упрощенная конструкция ИТТ представлена на рисунке 5.

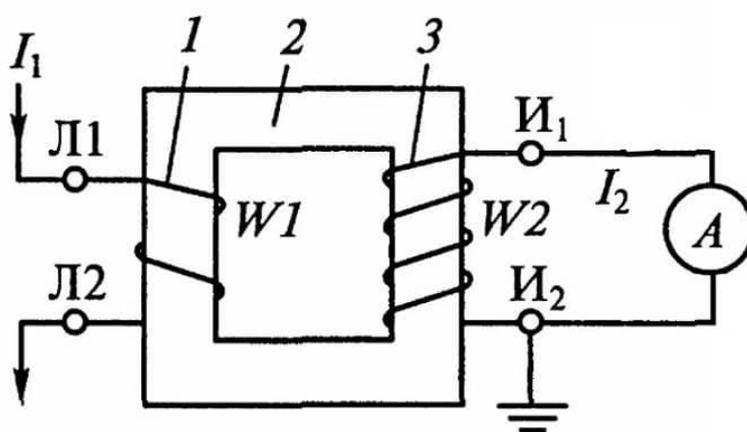


Рисунок 5 – Конструкция ИТТ [10]

На рисунке 5 обозначены следующие составные части: 1) первичная обмотка с определенным количеством витков W_1 , 2) замкнутый сердечник, для изготовления которого используется электротехническая сталь, 3) вторичная обмотка с количеством витков W_2 . Л1, Л2 – выводы катушки 1, где производится измерение тока I_1 . К выводам И1, И2 катушки 2 подключаются приборы, позволяющие установить значение тока I_2 .

Работа ИТТ базируется на физическом явлении электромагнитной индукции. Это значит, что при подаче напряжения на первичную обмотку, в её витках будет проходить переменный ток, образующий впоследствии появление переменного магнитного потока. Появившийся магнитный поток проходит по сердечнику и пронизывает витки всех обмоток трансформатора, таким образом,

индуцируя в них ЭДС. В случае закорачивания вторичной обмотки или же при включении нагрузки в её цепь, под воздействием ЭДС в витках обмотки начнёт протекать вторичный ток.

Поскольку периодические изменения тока в первичной обмотке вызывают соответствующие изменения магнитного потока, которые во вторичной обмотке индуцируют переменное напряжение, которое на первичной и вторичной обмотках различается из-за разного числа витков этих обмоток, то основной характеристикой ИТТ, которая показывает относительное изменение какого-либо параметра электрической сети, на который направлено преобразование является коэффициент трансформации K , который рассчитывается по формуле (11).

$$K = \frac{U_2}{U_1} = \frac{W_2}{W_1}. \quad (11)$$

Если пренебречь потерями мощности, которые в трансформаторах незначительны, то $P_1 = P_2$, откуда, учитывая соотношение $P = UI$, получим формулу (12):

$$U_1 I_1 = U_2 I_2. \quad (12)$$

Следовательно, коэффициент трансформации, выраженный через силу тока, рассчитывается по формуле (13):

$$K = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}. \quad (13)$$

Таким образом, зная номинальный коэффициент трансформации трансформатора тока K и показание амперметра I_2 , можно определить силу измеряемого тока по формуле (14) [11]:

$$I_1 = I_2 K. \quad (14)$$

ИИТ имеет свои достоинства и недостатки:

Достоинства ИТТ:

- минимальные затраты материала на изготовление сердечника и обмоток;
- малогабаритность;
- длительный срок службы;

- устойчивость к намагничиванию постоянным током.

Недостатки ИИТ:

- низкая чувствительность при малом токе;
- зависимость точности показаний от внешних магнитных полей;
- большая чувствительность к колебаниям тока;
- высокое потребление электроэнергии самим устройством.

2) Датчик Холла:

Датчик Холла основан на принципе Холла. Этот принцип гласит, что, если вдоль образца пропустить электрический ток I , а перпендикулярно плоскости пластинки создать магнитное поле B , то на боковых плоскостях пластинки в направлении CA возникнет электрическое поле, которое называют полем Холла. На практике, как правило, поле Холла характеризуют Холловской разностью потенциалов $U_{\text{хол}}$ или ЭДС Холла $\epsilon_{\text{хол}}$, которую измеряют между симметричными точками C и D на боковой поверхности образца. Эта разность потенциалов называется Холловской разностью потенциалов (рисунок 6).

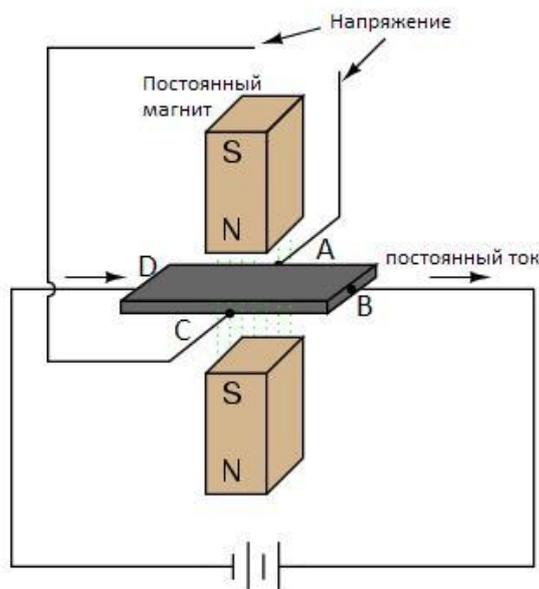


Рисунок 6 – Демонстрация использования эффекта Холла для измерения тока [12]

В классической теории проводимости эффект Холла объясняется тем, что в магнитном поле на движущиеся электрические заряды действует сила Лоренца, величина и направление которой определяются векторным уравнением по формуле (15):

$$F = e \cdot [V \cdot B], \quad (15)$$

где B - вектор индукции магнитного поля,
 V - вектор скорости движения зарядов,
 e - заряд носителей тока с учетом знака.

В нашем случае V перпендикулярно B и электрическое поле Холла определяется по формуле (16):

$$E_{\text{хол}} = VB. \quad (16)$$

Поле связано с холловской разностью потенциалов $U_{\text{хол}}$, которое рассчитывается по формуле (17):

$$\varepsilon_{\text{хол}} \approx U_{\text{хол}} = E_{\text{хол}} d = VBd. \quad (17)$$

Сила тока, который протекает через единицу площади поперечного сечения образца, равна плотности тока по формуле (18):

$$J = enV, \quad (18)$$

где n - количество носителей тока в единице объема образца (концентрация носителей тока).

Значит сила тока рассчитывается по формуле:

$$I = jbd = enVbd. \quad (19)$$

Что дает возможность записать:

$$V = \frac{I}{enbd}, \quad (20)$$

$$\varepsilon_{\text{хол}} = \frac{IB}{enb}. \quad (21)$$

Таким образом, ЭДС Холла (или $U_{\text{хол}}$) пропорциональна силе тока, индукции магнитного поля, и обратно пропорциональна толщине образца и концентрации носителей тока в нем. Данный вывод позволяет использовать датчики Холла для измерения тока, однако имеет свои достоинства и недостатки:

Достоинства:

- использование для нескольких функций, таких как определение положения,
- определение скорости, определения направления движения,
- слабо подвержены износу из-за отсутствия движущихся частей.

Недостатки:

- расстояние измерения зависит от силы магнитного поля,
- необходимость в наличии генератора внешнего магнитного поля,
- влияние дополнительных внешних магнитных полей на результат измерения,
- сильное влияние температуры на сопротивление проводника [12].

3) Шунт

Шунт обычно представляет собой низкоомный резистор, катушку или проводник. Для измерения протекающего тока используется вольтметр, подключенный параллельно шунту (рисунок 7), затем производится ряд математических операций для определения силы тока в контуре.

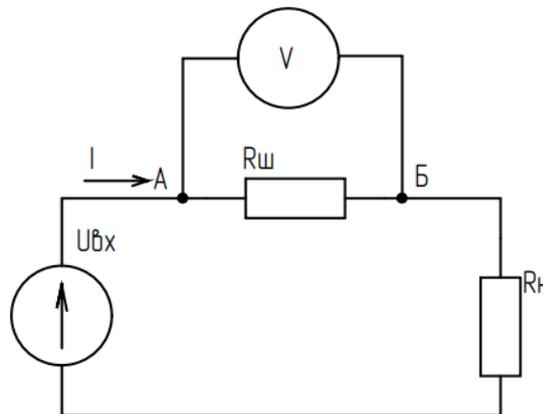


Рисунок 7 – Схема использования шунта для измерения тока в цепи

На рисунке 7 постоянный ток I течет из пункта А в пункт Б через шунт, и почти беспрепятственно течет через шунт, так как сопротивление шунта $R_{ш}$ очень мало. Это сопротивление известно, не меняется. Падение напряжения на шунте мы можем узнать, замерив вольтметром напряжение U на шунте как на рисунке. Тогда по закону Ома ток рассчитывается по формуле (22):

$$I = \frac{U}{R_{ш}}. \quad (22)$$

Известно, что ток через цепь равен току через любой из проводников, образующих цепь при последовательном соединении проводников, поэтому если подключить нагрузку в виде бытового прибора последовательно с шунтом в электрическую цепь, то ток, протекающий через шунт и ток, протекающий через нагрузку, будут одинаковыми (формула (23)).

$$I_{н} = I. \quad (23)$$

Таким образом, используя шунтирующий резистор, вольтметр и, к примеру, микросхему, запрограммированную производить операцию деления известных величин, можно посчитать силу тока в цепи. Шунтирующий резистор имеет свои достоинства и недостатки:

Достоинства:

- долговечность,
- простота в использовании,
- малогабаритность.

Недостатки:

- необходимо подключать непосредственно в цепь измерения,
- выделяемая электрическая мощность, что приводит к их нагреву и изменению характеристик,
 - наличие собственной емкости и индуктивности, что искажает частотные характеристики измерительной цепи [12].

2.1.4 Функция 4. Защита от перепадов бытовой электрической сети

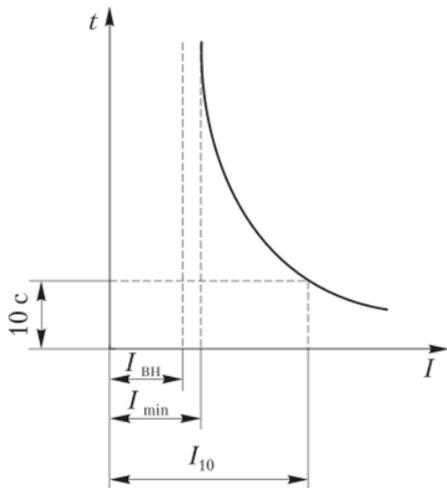
Защита от перенапряжений, пиковых токов и других неполадок с электричеством осуществляется чаще всего с помощью программных приемов и

с помощью таких аппаратных средств как плавкий предохранитель, термopредохранитель, варистор и т.д.

Плавкий предохранитель, который используется для защиты маломощных цепей (до 20 А) от импульсных скачков тока, представляет собой стеклянный (керамический) цилиндр с металлическими основаниями, соединёнными между собой внутри тонкой проволокой (плавкой вставкой), которая имеет низкую величину температуры плавления (рисунок 8, а, б).

Варистор обладает свойством резко уменьшать своё сопротивление с миллиардов до десятков Ом при увеличении приложенного к нему напряжения выше пороговой величины – напряжения пробоя (рисунок 8 в, г). Таким образом, варистор необходим для защиты от импульсных скачков напряжения [13].

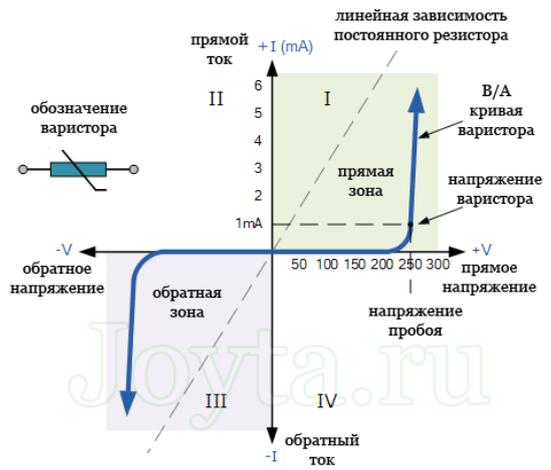
Термopредохранители предназначены для защиты дорогостоящих компонентов и оборудования от повреждения при перегреве выше допустимой рабочей температуры. Такой перегрев является следствием длительного превышения мощности потребления по току [14]. Основными характеристиками термopредохранителя являются максимальное напряжение работы, максимально допустимый рабочий ток и температура срабатывания.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 8 – Способы защиты от перепадов электрической сети:

- а) Ампер-секундная характеристика варистора, б) внешний вид плавкого предохранителя до 20 А; в) вольт-амперная характеристика варистора; г) внешний вид варистора на 260В [13], [14]

На рисунке 8а обозначены $I_{вн}$ - ток, при котором плавкая вставка длительно работает, не нагреваясь выше допустимой температуры, I_{min} - наименьший из токов, когда вставка еще плавится, но в течение неопределенно продолжительного времени (1—2 ч); I_{10} - десятисекундный ток, т.е. ток, при котором плавление вставки и отключение сети происходит через 10 с после установления тока.

2.1.5 Функция 5. Световая индикация на корпусе прибора

Наличие данной функции значительно улучшает удобство пользования УР, поскольку данные об энергопотреблении отсылаются непосредственно на смартфон, а значит не имея смартфон под рукой в необходимый момент времени пользователь не может идентифицировать режим близкий к аварийному, а также не может визуально определить приблизительное значение энергопотребления подключенного бытового прибора.

Существуют и другие способы решения данной проблемы, например, звуковая индикация или механическая. Однако, реализация световой индикации происходит с помощью менее габаритных и энергозатратных радиоэлементов, чем другие виды индикации. Например, использование RGB-светодиода, размеры которого не превышают 1 сантиметра. Работы светодиода рациональнее всего настраивать в соответствии с потребляемой мощностью. К примеру, в аварийном режиме светодиод должен гореть красным цветом. Параметры аварийного режима рассчитываются в соответствии с критическим значением потребления мощности, при котором велика вероятность сбоя в работе розетки и срабатывания защиты электронными компонентами. В относительно безопасном режиме работы розетки светодиод может светиться синим или зеленым цветом. Такие режимы работы обеспечиваются с помощью программного кода для управляющего светодиодом микроконтроллера.

2.2 Структурная схема, подбор компонентов

В соответствии с ТЗ работы была спроектирована структурная схема – рисунок 9.

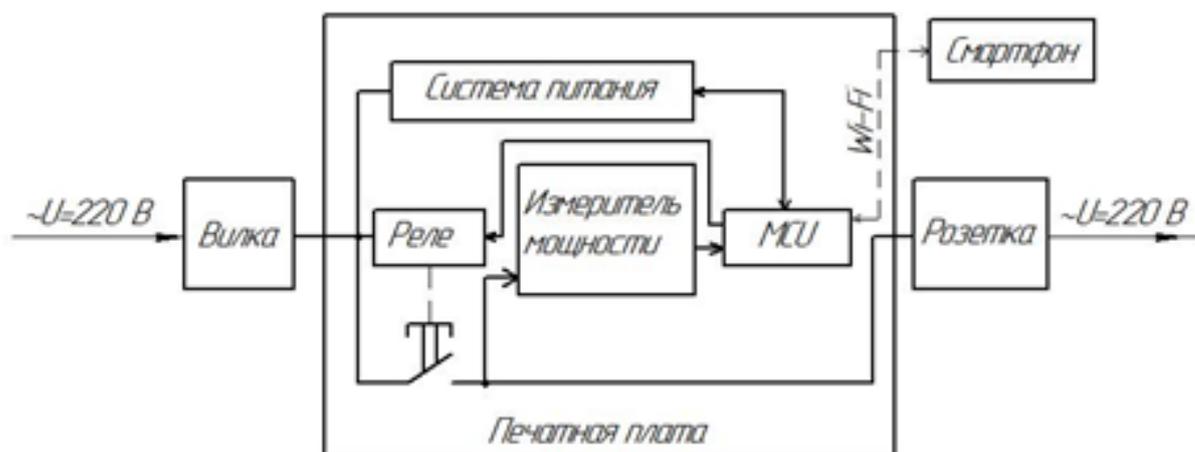


Рисунок 9 – Структурная схема УР

На схеме представлены следующие элементы: вилка и розетка, которые необходимы для соединения бытовой розетки и электроприбора, печатная плата с располагающимися на ней элементами.

Техническое решение для каждого из элементов выбиралось из соображений малогабаритности, ценовой доступности.

Функция управления каким-либо электроприбором прежде всего включает в себя включение и выключения режима работы. Физически этот процесс представляет собой возобновляемое замыкание или разрыв электрической цепи. Для такого процесса в бытовых сетях чаще всего используют ЭМР, принцип действия которого является общим для любого типа, состоит из следующих элементов (рисунок 10):

- 1) основание,
- 2) якорь,
- 3) катушка из витков провода,
- 4) подвижные и закрепленные контакты.

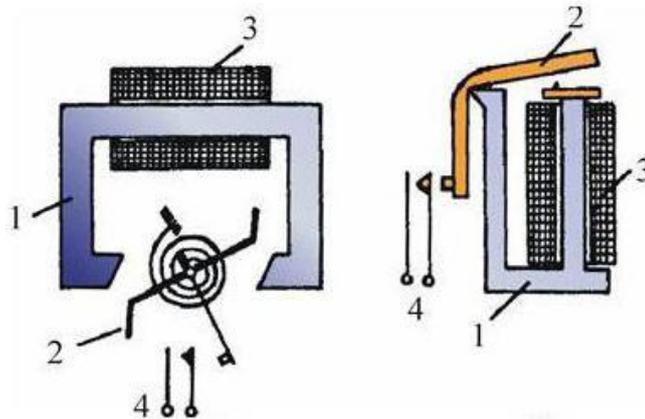


Рисунок 10 – ЭМР [15]

Все детали крепятся на основании. Якорь выполнен с возможностью поворота и удерживается пружиной. Когда на обмотку катушки подается напряжение, по ее виткам протекает электрический ток, создавая электромагнитные силы в сердечнике. Они притягивают якорь, который поворачивается и замыкает подвижные контакты с парными неподвижными. При отключении тока якорь возвращается пружиной обратно. Вместе с ним перемещаются подвижные контакты.

Достоинства ЭМР:

- коммутация больших нагрузок при малых габаритах,
- устойчивость к импульсным перенапряжениям и разрушающим помехам, появляющимся при разрядах молний,
- электрическая изоляция между управляющей цепью (катушкой) и контактной группой,
- малое падение напряжения на замкнутых контактах, и, как следствие, малое выделение тепла.

Недостатки ЭМР:

- медленное срабатывание,
- относительно небольшой ресурс наработки на отказ [15].

Помимо ЭМР переменного тока на сегодняшний день набирают популярность твердотельные реле, в котором в качестве коммутатора силовой цепи используются мощные ключи на полупроводниковых структурах.

По сравнению с ЭМР, твердотельные обладают рядом несомненных преимуществ:

- наработка на отказ порядка 10 миллиардов переключений, что в 1000 и более раз превышает ресурс электромагнитных реле;
- совместимость с уровнями логических микросхем;
- отсутствие контактов, следовательно, и дребезга;
- бесшумная работа, вибростойкость, высокое быстродействие;
- очень малое энергопотребление.

Однако, существует и ряд недостатков твердотельного реле:

- чувствительность к импульсным перенапряжениям, в большинстве случаев выходит из строя, в отличии от ЭМР;
- при работе полупроводниковая структура сильно нагревается, поэтому необходимо наличие радиатора [16].

Таким образом, с учетом вышеперечисленных качеств реле, выбор был сделан в пользу ЭМР. Из представленного на рынке электроники выбора самым оптимальным вариантом для создаваемой УР является ЭМР маркировки SRD-05VDC-SL-C в комплекте модуля KY-19 (рисунок 11а). Модуль является одноканальным, т.е. имеет один нормально-замкнутый и один нормально-разомкнутый контакты, может работать как с платами «Arduino», так и с другими микроконтроллерами, а также подходит по электрическим характеристикам согласно ТЗ.

5V Relay Terminals and Pins



Рисунок 11 – Внешний вид ЭМР [17], [20]

а) ЭМР в модуле KY-19; б) модуль реле 8-канальный с оптронами

Данное ЭМР обладает следующими техническими характеристиками:

- управляющий сигнал (логический уровень): +3,5...12 В;
- максимальный переменный ток и напряжение для контактов реле: 10

A/250 В.

Подключение модуля осуществляется через следующие входы и выходы устройства, обозначенные на рисунке, а также промаркированные на самом устройстве:

- «Signal» (маркировка «S») – управляющий сигнал +3,5...12 В пост;
- «5V Vcc» («+») – плюс 5 В источника питания;
- «Ground» («-») – минус источника питания;
- NC – нормально-замкнутый контакт реле;
- NO – нормально-разомкнутый контакт реле;
- C (COMMON): общий контакт реле [17].

Итак, согласно структурной схеме на рисунке 9 ЭМР должно управляться микроконтроллером, а согласно ТЗ – дистанционно по протоколу связи Wi-Fi. Такое управление позволит осуществить микроконтроллер ESP8266 китайского производителя Espressif с интерфейсом Wi-Fi вышедшая в 2014 году. На сегодняшний день существуют товары-аналоги, например, чип EMW3165 от китайской компании MXCHIP [18], чип MT7688 от еще одной китайской

компании MediaTek [19] и еще ряд менее известных товаров. Однако, в работе было принято использование ESP8266, поскольку данный микроконтроллер имеет в сети Интернет самое большое информационное поле с опытом использования, технической документацией, сообщества разработчиков.

Микроконтроллер ESP8266 можно приобрести в составе специального печатной платы NodeMcu V3 (рисунок 13а). Чип ESP8266 спроектирован для интернета вещей, а данная плата позволяет упростить разработку, т.к. на ней уже реализовано подключение по USB, установлен стабилизатор напряжения питания, и все выводы чипа разведены на гребенки со стандартным шагом 2.54 мм, что позволяет вставить его в макетную плату и создать прототип даже не включая паяльник. Прошивка NodeMCU позволяет программировать чип с помощью языка Lua или с помощью Arduino IDE.

Плата обладает следующими интересующими техническими характеристиками, разбитыми по категориям – таблица В.1 (приложение В).

Таким образом, проанализировав необходимые данные была собрана схема для управления напряжением сети – рисунок 12.

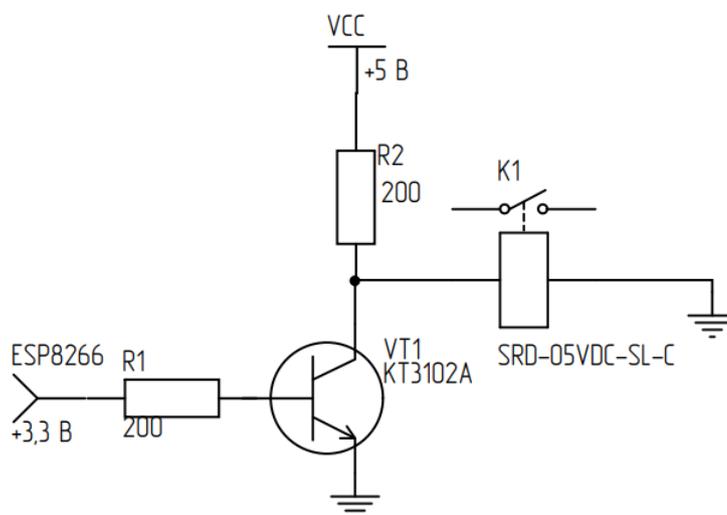


Рисунок 12 - Схема согласования логический уровней для управления электроприборами

ЭМП SRD-05VDC-SL-C обеспечивает замыкание или размыкание цепи по команде с ESP-модуля, который в свою очередь управляется по локальной сети Wi-Fi со смартфона. Использование биполярного кремниевого транзистора структуры n-p-n KT3102A и резистора $R1=200$ Ом обусловлено тем фактом, что для ЭМП необходимо напряжение питания 5 В, которое должно быть согласовано с управляющим сигналом (логическим уровнем) ESP-модуля 3,3 В и 0 В. При поступлении отпирающего сигнала с ESP-модуля транзистор отпирается и ЭМП замыкает цепь.

Иногда присутствует необходимость в управлении несколькими электрическими цепями. Для этого необходимо использовать несколько ЭМП. Данная функция выполнима с помощью модуля реле 8-канальный с оптопарами (рисунок 11б).

Данный модуль включает в себя 8 ЭМП SRD-05VDC-SL-C, схему согласования логических уровней на рисунке N, и оптронную изоляцию для защиты электронных компонентов и человека от высоких напряжений [20]. Модуль позволяет управлять ЭМП с помощью логического уровня 3,3 В непосредственно с платы NodeMcu V3.

Для обеспечения напряжения питания для ЭМП и платы NodeMcu V3 производитель для удобства предусмотрел специальную плату расширения или шилд Lolin Base Board (рисунок 13 б). В работе использовалась данная схема расширения, питание к которой подводилось от сети 220 В, а питание для ESP-модуля подводилось автоматически в результате соединения плат, а значит и соединения их контактов.

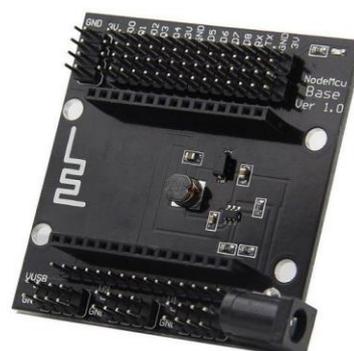
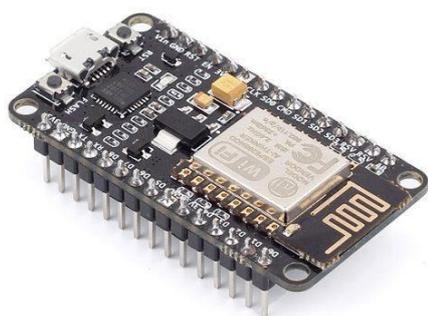


Рисунок 13 – Модуль NodeMcu для ESP8266 [18]

а) плата NodeMcu V3, б) шилд для NodeMcu V3

Шилд имеет по 4 вывода для каждого из выходов на левой стороне платы (от D0 до 3.3v) и по одному для выходов на правой стороне (от A0 до Vin), содержит разъём питания постоянного тока 5,5×2,1 мм jack, стабилизатор напряжения на 5В и максимальным током до 1А, 5В с USB, 3,3В с платы NodeMcu, индикатор питания.

Важно отметить, что для питания платы расширения требуется напряжение 5В постоянного тока, однако, в бытовой сети в розетке течет переменное напряжение 220В. Следовательно требуется преобразовать переменное напряжение питающей сети в постоянное напряжение с амплитудой 5В. Для этого используются AC-DC преобразователи. Принцип работы которых заключается в преобразовании переменного тока высокого напряжения в низкое напряжение чаще всего с помощью трансформатора, затем в выпрямлении переменного тока с помощью выпрямителя (чаще всего в бытовых сетях диодного моста). Для «сглаживания» получившегося напряжения можно использовать электролитический конденсатор или резистор со стабилитроном, где стабилитрон открывается при достижении определенного напряжения, что позволяет току проходить через него, а резистор ограничивает ток.

Измерение мощности:

Следующим важным элементом структурной схемы является измеритель мощности. Исходя из методов реализации данной задачи и ТЗ, было принято решение об использовании ИТТ и АЦП. На сегодняшний день на рынке существует такой измеритель потребления электроэнергии (энергомонитор) как PZEM-004 (рисунок 14). Данное устройство измеряет и отображает в цифровом виде следующие параметры: напряжение, ток, активную мощность в киловатах (кВт), количество потреблённой электрической энергии в час (кВт*ч). Обработка результатов измерения напряжения и тока происходит с помощью АЦП, которое

расположено в собственном микроконтроллере SD3004. Измерение тока производится с помощью ИТТ [21].



Рисунок 14 – Внешний вид энергомонитора PZEM-004 [21]

Характеристики энергомонитора:

- измерение текущего напряжения сети переменного тока 80-260В;
- измерение тока 0 — 100А;
- измерение активной мощности 0 — 22КВт;
- измерение потребленной электроэнергии;
- точность измерения 1%;
- рабочая частота 45-65Гц;
- последовательный интерфейс UART со скоростью 9600;
- напряжение питания 5В;
- возможность подключения LCD или LED дисплеев;
- размер платы 31x74 мм, диаметр катушки ИТТ 33мм.

Таким образом, в результате изучения способов реализации функциональных возможностей УР в соответствии с ТЗ, были выбраны наиболее подходящие по критериям наименьшей стоимости, распространенности, а также по достоинствам и недостаткам технические решения. Дистанционное бесконтактное управление будет осуществляться с помощью чипа Wi-Fi ESP8266 и смартфона с поддержкой операционной системы Android или iOS. Передача данных об энергопотреблении будет осуществляться по беспроводному каналу связи Wi-Fi. Измерение данных об энергопотреблении позволяет осуществлять мониторинг энергопотребления PZEM-004. Защитные

функции от перепадов сети будет выполнять варистор, плавкий предохранитель и термopредохранитель. Индикация потребляемой мощности в конкретный момент времени будет световая с помощью RGB-светодиода.

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная работа нацелена на исследование концепции УР на базе Томского Политехнического Университета.

Предполагается использование данной розетки в следующих сегментах рынка: в частных домах, квартирах, офисных, производственных помещениях. Данные сегменты привлекательны для предприятия, поскольку требуют осуществления контроля энергопотребления, отслеживания чрезвычайных ситуаций и повышения удобства пользования электросетями с целью уменьшения количества затрат.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта был проведен SWOT-анализ в таблице Е.1 (приложение Е), который отражает сильные и слабые стороны разрабатываемого проекта, а также составлена интерактивная матрица проекта, где указана степень влияния факторов друг на друга (таблица 2).

Таблица 2 - Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта			Слабые стороны проекта		
		С1	С2	С3	Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+	0
	B2	0	0	-	0	+	-
	B3	+	+	+	-	-	-
	B4	-	+	+	+	+	-
	B5	-	+	+	+	+	+
Угрозы проекта	У1	-	0	+	+	+	-
	У2	+	+	+	0	-	-
	У3	-	+	-	+	+	+
	У4	+	+	+	+	+	-

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице Ж.1 (приложение Ж).

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула 24:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \quad (24)$$

где $t_{\text{ож}i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{мин}i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{макс}i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 6 работ требуются специалисты: бакалавр (Б), научный руководитель (Р).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p (формула (25)), учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (25)$$

где T_{p_i} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой (26):

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (26)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;
 $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле (27):

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);
 $T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вд}} = 78$);
 $T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пд}} = 14$).

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}. \quad (27)$$

Коэффициент календарности для Б и Р будет равен:

$$T_k = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22.$$

Временные показатели проведения исследования в таблице 3.

Таблица 3 - Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Трудоёмкость работ						Исполнения		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}^i$, чел-дни							
	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2
1	4	4	6	6	4,8	4,8	Р	Р	4,8	4,8	6	6
2	8	8	12	12	9,6	9,6	Б	Б	9,6	9,6	12	12
3	14	14	20	20	16,4	16,4	Б	Б	16,4	16,4	20	20
4	7	7	12	12	9	9	Р,Б	Р,Б	4,5	4,5	6	6
5	4	4	10	10	6,4	6,4	Б	Б	6,4	6,4	8	8
6	23	22	25	26	23,8	23,6	Б	Б	23,8	23,6	29	29
7	18	20	20	23	18,8	21,2	Б	Б	18,8	21,2	23	26
8	1	1	2	2	1,4	1,4	Б	Б	1,4	1,4	2	2
9	3	3	5	5	3,8	3,8	Р,Б	Р,Б	1,9	1,9	2	2
10	17	17	23	23	19,4	19,4	Б	Б	19,4	19,4	24	24
Итого	Всего								107	109,2	131	134
	Руководитель								11	11	14	14
	Бакалавр								102	104,4	125	128

На основании таблицы 3 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского. План-график приведен в таблице И.1 (приложение И).

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат исследования

Произведем расчет всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль,

содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле 28:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (28)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Материальные затраты представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Материальные затраты

Наименование	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Комплектация изделия						
Печатный узел, шт.	1	1	511	511	511	511
Офисные принадлежности						
Бумага для принтера А4, уп.	1	1	150	150	150	150
Картридж для Принтера, шт.	1	1	500	500	500	500
Папка со скоросшивателем, шт.	1	1	50	50	50	50
Итого			1211	1211	1211	1211

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 5.

Таблица 5 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования		Цена единицы оборудования, тыс. руб.		Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	
	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2
Компьютер	1	1	17000	17000	19550	19550
Монитор	1	1	7000	7000	8050	8050
Принтер	1	1	5000	5000	5750	5750
Итого					33350	33350

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Рассчитаем основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле 29:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{доп.}}, \quad (29)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (ассистента) рассчитывается по следующей формуле 30:

$$Z_{\text{осн.}} = Z_{\text{дн.}} \cdot T_p, \quad (30)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 7);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 31:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (31)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 56 раб. дня $M = 10,3$ месяца, 6-дневная неделя; при отпуске в 28 раб. дня $M = 11,15$ месяца, 6-дневная неделя.

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 6).

Таблица 6 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	1	1
Действительный годовой фонд рабочего времени	250	274

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле 32:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot k_p, \quad (32)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска). Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 7.

Таблица 7 - Расчёт основной заработной платы

Исп.	Исполнители	Разряд	Z_{tc} , руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
1	Руководитель	Ассистент	21760	1,3	28288	1165,47	11	13053,27
	Инженер	1	26300	1,3	34190	1391,30	102	142190,86
	Итого							155244,12
2	Руководитель	Ассистент	21760	1,3	28288	1165,47	11	13053,27
	Инженер	1	26300	1,3	34190	1391,30	104,4	145251,72
	Итого							158304,99

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле (33):

$$Z_{доп} = k_{доп} Z_{осн}, \quad (33)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Примем коэффициент равный 0,12. Тогда расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		$k_{\text{доп}}$	Дополнительная заработная плата, руб.	
	Испол.1	Испол.2		Испол.1	Испол.2
Руководитель	13053,26	13053,26	0,12	1566,39	1566,39
Бакалавр	142190,86	145251,72		17062,90	17430,21
Итого				18629,29	18996,60

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы (34):

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (34)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году, водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Полная заработная плата, руб.	
	Испол.1	Испол.2	Испол.1	Испол.2
Руководитель	13053,26	13053,26	14619,66	14619,66
Бакалавр	142190,86	145251,72	159253,76	162681,93
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271			
Итого				
Исполнение 1	47119,70			
Исполнение 2	48048,73			

4.3.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

На данном этапе в научных и производственных командировках нет необходимости.

4.3.7 Контрагентные расходы

На протяжении всего периода работы (K = 92 дня) необходимы услуги ISP МТС (ОАО «Мобильные ТелеСистемы») по тарифу SMART с абонентской платой в N=8р./сутки. Соответственно сумма расходов А рассчитывается по формуле (35):

$$A=K \cdot N=736 \text{ руб.} \quad (35)$$

4.3.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле (36):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (36)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.
 Исполнение 1 = $430163,53 \cdot 0,16 = 68826,17$ руб., исполнение 2 = $437948,89 \cdot 0,16 = 70071,82$ руб.

4.3.9 Формирование бюджета затрат

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице К.1 (приложение К) [22].

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле (37):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (37)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в

размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Максимальная стоимость составляет 508020,72 рублей для исполнения 2, следовательно, в соответствии с формулой (37):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = 0,98,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом по формуле (38) (таблица 10):

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (38)$$

где I_{pi} интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 10 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Испол.1	Испол.2
Критерии			
1. Улучшение производительности труда пользователя	0,25	33	4
2. Функциональная мощность	0,30	4	5
3. Удобство в эксплуатации	0,15	4	4
4. Энергосбережение	0,1	4	3
5. Надежность	0,20	4	5
Итого	1		

Таким образом интегральный показатель ресурсоэффективности

равен: $I_{p-исп.1} = 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,20 = 3,75$,

$I_{p-исп.2} = 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,20 = 4,4$.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формулам (39), (40):

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}} = \frac{3,75}{0,98} = 3,82, \quad (39)$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр}} = \frac{4,4}{1} = 4,4. \quad (40)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}) находится по формулам (41), (42):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{3,82}{4,4} = 0,87, \quad (41)$$

$$\mathcal{E}_{cp2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = 4,4 \cdot 3,82 = 1,15. \quad (42)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта [23]. Сравнительная эффективность представлена в таблице 1.

Таблица 11 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель Исполнения	0,98	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности Исполнения	3,75	4,4
3	Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения	3,82	4,4
4	Сравнительная эффективность вариантов Исполнения	0,87	1,15

Общий вывод по разделу:

В результате работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выявили и сравнили два варианта исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет затрат первого варианта исполнения равен 498989,70 рубля, второго – 508020,72. Произвели сравнительную оценку эффективности разработки и исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 2 вариант исполнения, где увеличено время работы для этапов проектирования структуры и разработки УР.

Глава 5 Социальная ответственность

ВКР направлена на разработку образца УР, предназначенной для использования бытовых и промышленных сетях для осуществления контроля энергопотребления, отслеживания чрезвычайных ситуаций и повышения удобства пользования электросетями за счет уменьшения количества затрат.

Выпускная квалификационная работа по проектированию и реализации УР выполнялась в ОЭИ в 4 корпусе в 107а аудитории Томского Политехнического Университета. Проектируемая УР представляет микросхему, заключенную в корпус, позволяющую измерять мощность, потребляемую в сети электроприбором и дистанционно разрывать цепь питания электроприборов.

В данной работе освещен комплекс мер организационного, правового, технического и режимного характера, которые минимизируют негативные последствия разработки УР, а также рассматриваются вопросы техники безопасности, охраны окружающей среды и пожарной профилактики, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда [25].

Специфика и режим работы разработчика характеризуются значительным умственным напряжением, сильной нагрузкой на зрительный аппарат, неподвижностью и напряженностью в шейно-грудном и поясничном отделах позвоночника, что приводит к появлению усталости изменению функционального состояния центральной нервной системы, появлению болей в запястьях, локтевых суставах, кистях, пальцах рук и спине. При длительной работе за экраном монитора появляются болезненные ощущения в глазах и головная боль.

Разработка никаким образом не оказывает отрицательного воздействия на общество и окружающую среду, но в процессе работы специалиста над УР возможно образование твердых отходов, таких как бумага, лампочки, использованные картриджи, отходы от продуктов питания и личной гигиены, отходы от канцелярских принадлежностей и т.д.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197-ФЗ работник аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для

ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте. Рабочее место сотрудника аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

5.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая УР требует использования ПК, паяльной станции REXANT ZD-927 12-0159. Рассмотрим вредные и опасные факторы, которые могут возникать при работе с оборудованием и теоретической разработке концепции УР, а также требования по организации рабочего места.

5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 12.

Таблица 12 - Опасные и вредные факторы при разработке УР

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка УР с использованием ПК 2) Работа с паяльной станцией	1. Повышенный уровень электромагнитных полей; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4. Неудовлетворительный микроклимат; 5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля.	1. Поражение электрическим током 2. Повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев. 3. Повышенный уровень пожарной опасности при пайке	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011 СП 952-72

5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Электромагнитное излучение, напряженность электростатического поля:

При разработке УР использовался стационарный персональный компьютер в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является возможность поражения электрическим током. Использование ПК может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном

порядке ГОСТ 12.0.003-2015.

Допустимые уровни электромагнитных и электростатических полей в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений, представленных в таблице 13 в соответствии с СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Таблица 13 - Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля	-	15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 13 соответствуют допускам СОУТ ТПУ 2018.

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ и паяльной станцией в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации согласно ФЗ №197 (ред. от 05.02.2018). Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- 2) проведение инструктажей и допуск к работе;
- 3) надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для ПК - 220 В. По опасности поражения электрическим током помещение 107а, 4 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной

опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- 4) поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно [27], являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности. Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ согласно ГОСТ 12.2.032-78.

Таким образом, разработанные мероприятия и расчеты обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ.

Освещение:

В аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое одностороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Для рабочего места с паяльной станцией необходимо местное освещение

со светильниками с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работников. Устройство для крепления светильников местного освещения должно обеспечивать фиксацию светильника во всех необходимых положениях. Подводка электропроводов к светильнику должна находиться внутри устройства. Открытая проводка не допускается согласно СОУТ ТПУ 2018.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В аудитории 107а, 4 корпуса, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк согласно СанПин 2.2.2/2.4.1340-03.

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [26]. Нормируемые показатели освещения в помещениях жилых зданий приведены в таблице Л.1 (приложение Л).

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 освещение в аудитории 107а 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Шум

При работе с ЭВМ в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром от 27 до 45 дБА. В таблице М.1 (приложение М) приведены предельно допустимые уровни звуковых параметров типичные для рассматриваемой трудовой деятельности согласно СП 52.13330.2011. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 уровень шума в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ не более 50 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат:

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 107а 4 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 (таблица 14, 15).

Таблица 14 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категории работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 15 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 микроклимат аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ

соответствует допустимым нормам.

Повышенная температура изделий:

Для исключения травм от взаимодействия с предметами с повышенной температурой во время работы с паяльной станцией необходимо соблюдать «Межотраслевой типовой инструкцией по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником» согласно СОУТ ТПУ 2018. Мероприятиями обязательными к выполнению являются:

1. К выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

2. Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности.

3. В случае возникновения в процессе пайки паяльником каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, работник должен обратиться к своему непосредственному или вышестоящему руководителю.

4. Работники, занятые пайкой паяльником, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты.

5.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Микросхема УР представляет собой печатную плату с встраиваемыми

электронными компонентами. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияния микросхемы при ее утилизации.

Продукты производства электроники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, свинец(припой), огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [28]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования, состоящего в основном из микросхем и проводов, осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальная форма, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах согласно с СанПиН 2.2.4.548-96.

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка математической модели с помощью различных программных комплексов. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду [24].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя микросхему, электронные компоненты которой необходимо присоединять с помощью паяльной станции, а также управление микросхемой осуществляется с помощью ПК, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с ПК и паяльной станций. В аудитории 107а 4 корпуса применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким

образом, возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в рабочей комнате:

- согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости должен быть следующим: перегородки - не менее REI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня;

- помещение должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров,

- при разработке проекта рабочей комнаты необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009),

- согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны),

- работы с вредными и взрывопожароопасными веществами при нанесении припоев, флюсов, паяльных паст, связующих и растворителей должны проводиться при действующей общеобменной и местной вытяжной вентиляции. Системы местных отсосов должны включаться до начала работ и выключаться после их окончания. Работа вентиляционных установок должна контролироваться с помощью световой и звуковой сигнализации, автоматически включающейся при остановке вентиляции согласно постановлению МТиСР РФ от 17.07.2003 г. №55.

5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 107а, 4 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- 1) неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования,
- 2) электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов,
- 3) перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного

пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а (таблица 17).

Таблица 17 - Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 4 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

Заключение

В ходе выполнения ВКР был произведен обзор существующих УР. Были изучены способы измерения параметров электроэнергии, дистанционного управления с телефона, также были изучены устройства защиты электроприборов от различных сбоев. Была разработана схема, решающая задачи дистанционного бесконтактного управления в радиусе 50 метров, измеряющая параметры электросети. В программной среде Arduino IDE был написан код, для управления разработанной схемой.

Разработанная схема не является идеальной законченной моделью УР, требуется решить ряд вопросов относительно малогабаритности, защиты от сбоев электросети. По итогам проектирования реализован функциональный образец, который демонстрирует возможности управления энергопотребления в локальном участке электрической сети.

Глава финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение отражает экономическую составляющую данной работы, а именно материальные и нематериальные затраты, заработные платы студента и руководителя и общие затраты на изготовление готового образца УР. В главе социальная ответственность описаны основные нормы и акты безопасности жизнедеятельности вовремя работе над ВКР.

Список публикаций студента

1. Пищанская М.И. «Проблема учета и контроля электроэнергии в бытовых сетях», XI Международная студенческая научная конференция Студенческий научный форум, 2019.

Список использованных источников

1. Счетчик напряжения [Электронный ресурс]/ Википедия: Свободная энциклопедия. URL: https://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/NE_04_2015.pdf, свободный. Загл. с экрана. – Яз.рус., англ. Дата обращения: 15.03.2019.
2. Wi-Fi [Электронный ресурс]/ Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.
3. Z-Wave [Электронный ресурс] / Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.
4. GSM [Электронный ресурс]/ Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>, свободный. Загл. с экрана. – Яз.рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.
5. Операционные системы [Электронный ресурс]/ Википедия: Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikibooks.org/wiki/Операционные_системы, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.
6. Что такое wi-fi роутер, для чего он нужен и как им пользоваться [Электронный ресурс]/ URL: <https://www.compgramotnost.ru/sostav-computera/что-такое-wi-fi-router-dlya-chego-on-nuzhen>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.
7. IP-адрес [Электронный ресурс]/ Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/IP-адрес>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.
8. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП): назначение, устройство, применение [Электронный ресурс]/ ПУЭ8. URL: <https://pue8.ru/silovaya-elektronika/920-analogo-tsifrovye-preobrazovateli-naznachenie-ustrojstvo->

primenenie.html, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

9. В. Г. Герасимов, О. М. Князьков, А. Е. Краснопольский, В. В. Сухоруков. Основы промышленной электроники: Учебник для вузов / Под ред. В. Г. Герасимова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1978. —208 с.

10. Трансформатор тока: принцип работы для измерения параметров электросетей [Электронный ресурс]/ Советы Elquanta. URL: <https://elquanta.ru/sovety/transformator-toka-izmereniya-ehlektrosetejj.html>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

11. Выбор трансформатора тока для расширения пределов измерений [Электронный ресурс]/ Школа электриков. URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/483-vybor-transformatora-toka-dlja.html>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2018.

12. Геворкян Р. Г. Курс физики: Учеб. пособие. — М.: Высш. школа, 1979. — 656 с.

13. В. Г. Герасимов, О. М. Князьков, А. Е. Краснопольский, В. В. Сухоруков. Основы промышленной электроники: Учебник для вузов / Под ред. В. Г. Герасимова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1978. —208 с.

14. Термопредохранитель 250V 10A [Электронный ресурс]/ Обзор товаров. URL: <https://mysku.ru/blog/aliexpress/57180.html>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

15. Реле электромагнитное: устройство, принцип действия [Электронный ресурс]/ Syl. URL: https://www.syl.ru/article/214340/new_rele-elektromagnitnoe-ustroystvo-printsip-deystviya, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

16. Твердотельное реле: устройство, принцип действия [Электронный ресурс]/Go-radio. URL: <http://go-radio.ru/tverdotelnoe-rele.html>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

17. Single relay. SRD-05VDC-SL-C: Datasheet [Электронный ресурс]/Банк Datasheets. URL: <http://www.circuitbasics.com/wp->

content/uploads/2015/11/SRD-05VDC-SL-C-Datasheet.pdf, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

18. MXCHIP AZ3166 IoT комплект разработчика предназначенный для работы с Microsoft Azure [Электронный ресурс]/Soft-ware shop. URL: <http://www.cnx-software.ru/2017/06/30/mxchip>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

19. Однокристалльные системы MediaTek MT7688 и MT7681 предназначены для «умного дома» [Электронный ресурс]/IXBT. URL: <https://www.ixbt.com/news/hard/index.shtml?17/99/77>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

20. Модуль реле 8-канальный (с оптопарами) [Электронный ресурс]/Shopradioprogram. URL: <https://radioprogram.ru/shop/merch/62>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

21. AC digital display Multifunction Meter. PZEM-004(V3.0): Datasheet [Электронный ресурс]. Банк Datasheets. URL: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:khTDF1kv2_kJ:https://forum.arduino.cc/index.php%3Faction%3Ddlattach%3Btopic%3D480767.0%3Battach%3D220845+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.05.2019.

22. Упрощенная система налогообложения [Электронный ресурс]. Nalog.ru. URL: nalog.ru/rn03/taxation/taxes/usn/, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.03.2019.

23. Криницына З.В., Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во.Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

24. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения/

Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во. Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

25. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019.

26. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс]. Avtoritet.net. URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 10.03.2019.

27. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002. – 222 с.

28. Химия для электроники [Электронный ресурс]/Kite. URL: https://www.kit-e.ru/articles/device/2002_2_132.php, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 05.05.2019.

Приложение А
(обязательное)

Технические характеристики существующих умных розеток

Таблица А.1 – Технические характеристики существующих умных розеток

Характеристики	TP-Link HS100	Mi Smart	Orvibo WiWo-s20-E2	Elgato Eve Energy	iDevices Switch	Allocacoc Power Cube Original	REDMOND SkyPort 100S	Iotronic WS-10	Rubetek RE-3301
Рабочее напряжение (В)	100-240	90-250	100-240	220-230	120	100-250	220-240	100-240	230
Частота переменного тока (Гц)	50/60	50	50	50/60	60	50/60	50	50	
Сила тока (А)	16	10	10	15	Нет данных	16	10	10	11
Максимальная нагрузка (кВт)	3,5	2,2	2,2	2,5	1,8	3,5	2,3	2,5	2,5
Дистанционное управление	Wi-Fi	Wi-Fi	Wi-Fi	Bluetooth Smart	Wi-Fi	Нет	Bluetooth v4.0	Wi-Fi	Wi-Fi
Рабочая температура (°C)	0~40	0~400	-10~50	0 ~ 40	Нет данных	0~40	-40~85	10~50	0~40
Защита от перепадов напряжения	Нет данных	Есть	Есть	Есть	Нет данных	Есть	Есть	Есть	Нет данных
Индикация работы	Есть	Есть	Нет	Нет	Есть	Нет	Есть	Есть	Есть
Совместимость	Android 4.1+, iOS 8+	Android 4.0+, iOS 6.0+	Android, iOS	iOS 10.3+	Android 4.3+, iOS 8.1+	Android, iOS	Android 4.3+, iOS 9.0+	Android	Android 4.1+, iOS 9.0+

Приложение Б (обязательное)

Сравнение наиболее распространенных протоколов беспроводной связи

Таблица Б.1 – Сравнение наиболее распространенных протоколов беспроводной связи

Протокол Связи	Характеристики	
	Преимущества	Недостатки
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> • Не требуется прокладки кабелей • Возможно подключение нескольких устройств • Не требуется прямой видимости подключаемых устройств • Скорость передачи данных 11 Гбит./с • Возможность входа в локальную сеть роутера с помощью сети Интернет • Большая распространенность в устройствах «Умного дома» 	<ul style="list-style-type: none"> • Возможность помех от работы других устройств в диапазоне 2,4 ГГц • Скорость передачи данных зависит от количества подключенных устройств • Дальность действия - 50 метров
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> • не требуется прямой видимости между устройствами • не требует прокладки кабелей • технология бесплатна для использования, не требует поддержки какого-либо поставщика услуг 	<ul style="list-style-type: none"> • Полоса частот 2,402 ГГц — 2,48 ГГц может совпадать с работой других устройств с Wi-Fi • Относительно низкая скорость передачи составляет около 1 Мбит/с • Дальность действия - 100 метров
GSM	<ul style="list-style-type: none"> • Хорошее качество связи при достаточной плотности размещения базовых станций • возможность большого числа одновременных соединений • Низкий уровень промышленных помех в частотных диапазонах приема и передачи 890-1880 МГц 	<ul style="list-style-type: none"> • Подейственная оплата команд приема и передачи согласно тарифу мобильного оператора • Относительно низкая скорость передачи данных 9,6 кбит/с • Связь возможна на расстоянии не более 120 км от ближайшей базовой станции
Z-Wave	<ul style="list-style-type: none"> • Удаленный мониторинг через Интернет • Не требует прокладки новых кабелей • Передача данных осуществляется на частоте 869.0 МГц (Россия) 	<ul style="list-style-type: none"> • Применим для передачи только простых управляющих команд с малыми задержками • Относительно низкая скорость передачи данных - 100 кбит/с • Дальность действия - 30 метров

Приложение В
(обязательное)

Характеристики NodeMCU V3

Таблица В.1 – Характеристики NodeMCU V3

Категории	Параметры	Значения
WiFi параметры	Wi-Fi протоколы	802.11 b/g/n
	Частотный диапазон, ГГц	2,4–2,5
Характеристики аппаратной части	Интерфейс передачи данных	UART/ GPIO
	Входное напряжение, В	3,7 – 20
	Рабочее напряжение, В	3,0 – 3,6
	Разрядность микроконтроллера, бит	32
	Разрядность АЦП, бит	10
	Рабочий ток, мА	около 80
	Диапазон рабочих температур, °С	-40 – 125
	Размеры, мм	16x24x3
Характеристики программного обеспечения	WiFi режим	точка доступа, клиент
	Безопасность	WPA/WPA2
	Шифрование	WEP/TKIP/AES
	Обновление прошивки	загрузка через UART / OTA (через сеть) / загрузка и запись прошивки через хост
	Разработка ПО	поддержка Cloud Server Development / SDK для разработки пользовательских прошивок
	Сетевые протоколы	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
	Пользовательская настройка	Набор AT команд, Cloud Server, приложение Android/iOS [https://radioprogram.ru/shop/merch/59]

Приложение Г
(обязательное)

Схема электрическая принципиальная умной розетки
с перечнем элементов

Приложение Д (обязательное)

Программный код Arduino IDE для работы умной розетки

```
#include <ESP8266WiFi.h> // включаем необходимые библиотеки

#include <PZEM004T.h>

const char* ssid = "OPT3"; // задаем параметры для SSID точки доступа

const char* password = "12345678"; // для пароля к точке доступа

int ledPin16 = 16; // контакт GPIO16 на ESP8266 для зеленого светодиода

int ledPin5 = 5; // контакт GPIO5 на ESP8266 для синего светодиода

int ledPin0 = 0; // контакт GPIO0 на ESP8266 для красного светодиода

int ledPin4 = 4; // контакт GPIO4 на ESP8266 для реле 1

int ledPin3 = 3; // контакт GPIO3 на ESP8266 для реле 2

int ledPin14 = 14; // контакт GPIO14 на ESP8266 для реле 3

WiFiServer server(80); // порт веб-сервера

HardwareSerial hwserial(UART0); // задаем пины приема данных с PZEM

PZEM004T pzem(&hwserial); // подключаем PZEM к последовательному порту

IPAddress ip(192,168,1,1); // задаем IP-адрес для данных

bool pzemrdy = false; // инициализируем переменную готовности PZEM

void setup() { // программные предустановки

  hwserial.swap(); // переключаем аппаратный последовательный порт на
  запасную пару портов
```

```

Serial1.begin(9600);    // задаем скорость символьной передачи в
последовательный порт

delay(10); // необходимая пауза для микроконтроллера

pinMode(ledPin16, OUTPUT); // предустановки режима работы используемых
портов

pinMode(ledPin5, OUTPUT);

pinMode(ledPin4, OUTPUT);

pinMode(ledPin0, OUTPUT);

pinMode(ledPin3, OUTPUT);

pinMode(ledPin14, OUTPUT);

digitalWrite(ledPin16, LOW); // предустановки состояния используемых портов

digitalWrite(ledPin5, LOW);

digitalWrite(ledPin4, LOW);

digitalWrite(ledPin0, LOW);

digitalWrite(ledPin3, LOW);

digitalWrite(ledPin14, LOW);

// подключаемся к WiFi-сети:

Serial.print("Connecting to "); // Выводим на экран "Подключение к "
Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, password); // подключаемся к сети

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { // ожидание подключения

  delay(500); }

Serial.println("WiFi connected"); // Если подключение к WiFi выполнено, то

```

```

server.begin(); // запускаем сервер:

Serial.println("Server started"); // "Сервер запущен"

// печатаем IP-адрес:

Serial.print("http://"); // "Используем этот URL для подключения: "

Serial.print(WiFi.localIP());

Serial.println("/");}

void loop() { // проверяем, подключен ли клиент:

    WiFiClient client = server.available(); //

    float v = pzem.voltage(ip); // объявляем переменные для параметров
электросети от PZEM

    if (v < 0.0) v = 0.0;

    float i = pzem.current(ip);

    float p = pzem.power(ip);

    float e = pzem.energy(ip);

    // считываем первую строчку запроса:

    String request = client.readStringUntil('\r');

    Serial.println(request);

    client.flush();

    // обрабатываем запрос на управление реле:

    int value16 = LOW;

    int value5 = LOW;

    int value4 = LOW;

    int value0 = LOW;

```

```

int value3 = LOW;

int value14 = LOW;

if (request.indexOf("/LED4=OFF") != -1) {

    digitalWrite(ledPin4, HIGH);

    value4 = HIGH;}

if (request.indexOf("/LED3=OFF") != -1) {

    digitalWrite(ledPin3, HIGH);

    value3 = HIGH;}

if (request.indexOf("/LED14=OFF") != -1) {

    digitalWrite(ledPin14, HIGH);

    value14 = HIGH;

    }

if (request.indexOf("/LED4=ON") != -1){

    digitalWrite(ledPin4, LOW);

    value4 = LOW;}

if (request.indexOf("/LED3=ON") != -1){

    digitalWrite(ledPin3, LOW);

    value3 = LOW;}

if (request.indexOf("/LED14=ON") != -1){

    digitalWrite(ledPin14, LOW);

    value14 = LOW; }

// выставляем значение на ledPin в соответствии с запросом:

// возвращаем ответ:

```

```

client.println("HTTP/1.1 200 OK");

client.println("Content-Type: text/html"); // Тип контента: text/html

client.println("");

client.println("<!DOCTYPE HTML>");

client.println("<html>")

client.print("<br>Plug4 is "); // "Контакт реле 1 теперь в состоянии: "

if(value4 == HIGH) {

    client.print("OFF"); } // "Вкл"

else {

    client.print("ON"); } // "Выкл"

client.print("<br>Plug3 is "); // "Контакт реле 2 теперь в состоянии: "

if(value3 == HIGH) {

    client.print("OFF"); } // "Вкл"

else {

    client.print("ON"); } // "Выкл"

client.print("<br>Plug14 is "); // "Контакт реле 3 теперь в состоянии: "

if(value14 == HIGH) {

    client.print("OFF"); } // "Вкл"

else {

    client.print("ON"); } // "Выкл"

client.println("<br><br>Press <a href=\\\"/LED4=ON\\\">here</a> to ON the PLUG 4
<br>"); // "Кликните тут, чтобы выключить розетку 1"

```

```

client.println("<br>Press <a href=\""/LED4=OFF\">here</a> to OFF the PLUG 4
<br><br>"); // "Кликните тут, чтобы включить розетку 1"

client.println("<br>Press <a href=\""/LED3=ON\">here</a> to ON the PLUG 3");
// "Кликните тут, чтобы выключить розетку 2"

client.println("<br>Press <a href=\""/LED3=OFF\">here</a> to OFF the PLUG 3
<br><br>"); // "Кликните тут, чтобы включить розетку 2"

client.println("<br>Press <a href=\""/LED14=ON\">here</a> to ON the PLUG 14
<br>"); // "Кликните тут, чтобы выключить розетку 3"

client.println("<br>Press <a href=\""/LED14=OFF\">here</a> to OFF the PLUG 14
<br><br>"); // "Кликните тут, чтобы включить розетку 3"

client.print(v); // вывод полученных данных с PZEM

client.print( "V; <br><br>");

if(i >= 0.0){ client.print(i);client.print("A;<br><br>");};

if(p >= 0.0){ client.print(p);client.print("W;<br><br>");};

if(e >= 0.0){ client.print(e);client.print("Wh;<br><br>");};

client.println();

client.println("</html>");

if (p>=60) { // при высоком энергопотреблении индикаторный светодиод горит
красным

digitalWrite(ledPin16, HIGH);

digitalWrite(ledPin5, HIGH);

digitalWrite(ledPin0, LOW);}

else if (p>=40 && p<60) { // по мере снижения энергопотребления
индикаторный светодиод горит синим

```

```

digitalWrite(ledPin16, HIGH);

digitalWrite(ledPin5, LOW);

digitalWrite(ledPin0, HIGH);  }

else if (p<40 && p>0){ // при пониженном энергопотреблении индикаторный
светодиод горит зеленым

digitalWrite(ledPin16, LOW);

digitalWrite(ledPin5, HIGH);

digitalWrite(ledPin0, HIGH); }

else { // при отсутствии нагрузки индикаторный светодиод тухнет

digitalWrite(ledPin16, HIGH);

digitalWrite(ledPin5, HIGH);

digitalWrite(ledPin0, HIGH);  }

if (p>=70) { // на случай превышения допустимого энергопотребления
срабатывает программная защита, которая размыкает реле

digitalWrite(ledPin4, HIGH);

digitalWrite(ledPin3, HIGH);

digitalWrite(ledPin14, HIGH);}

}

```

Приложение Е

(обязательное)

SWOT-анализ

Таблица Е.1 - SWOT-анализ

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	С1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	Сл1. Срок выхода на рынок
	С2. Функциональные особенности (учет энергопотребления, режимы работы)	Сл2. Значительные временные и интеллектуальные затраты
	С3. Повышение производительности труда	Сл3. Качество менеджмента
Возможности:		
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность и ускорить выход на рынок. Возможно появление дополнительного спроса на новый продукт благодаря использованию доступных технических средств разработки	Привлечение кадров из ТПУ увеличит штат сотрудников, работающих над проектом и позволит увеличить темпы работы над проектом. Публикация в журнале позволит познакомить Научное сообщество с проектом и получить обратную связь
В2. Публикации о проекте в тематических журналах		
В3. Появление Дополнительного спроса на новый продукт		
В4. Повышение стоимости конкурентных разработок по отношению к разрабатываемому проекту		
В5. Привлечение специалистов из ТПУ для работы над проектом		
Угрозы:		
У1. Отсутствие спроса на расширение разработки	Развитая конкуренция разработчиков может привести к снижению конкурентоспособности продукта. Отказ от технической поддержки может повлиять на мотивацию привлечения сотрудников в проект	Отсутствие спроса на расширение разработки может замедлить срок выхода на рынок и понизить квалификацию научного труда. Нехватка финансирования также может затянуть срок выхода на рынок
У2. Отказ от технической поддержки проекта после внедрения		
У3. Нехватка финансирования		
У4. Развитая конкуренция разработчиков интеллектуальных систем		

Приложение Ж

(обязательное)

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Таблица Ж.1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания.	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор материалов по Теме	Бакалавр
	3	Изучение материалов по Теме	Бакалавр
	4	Выбор направления	Руководитель, бакалавр
	5	Календарное планирование работ по Теме	Бакалавр
Проектирование структуры и разработка УР	6	Проектирование структуры УР	Бакалавр
	7	Разработка УР	Бакалавр
	8	Тестирование УР	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, бакалавр
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Бакалавр

Приложение И

(обязательное)

Календарный план-график

Таблица И.1 - Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ						
				март		апрель		Май		
				1	2	1	2	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Р	6							
2	Подбор материалов по теме	И	12							
3	Изучение материалов по теме	И	20							
4	Выбор направления	Р, И	6							
5	Календарное планирование работ по теме	И	8							
6	Проектирование структуры УР	И	29							
7	Разработка УР	И	26							
8	Тестирование УР	И	2							
9	Оценка эффективности полученных результатов	Р, И	2							
10	Составление пояснительной записки	И	24							

где - руководитель (Р), - инженер (И).

Приложение К

(обязательное)

Расчет бюджета затрат исследования

Таблица К.1 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Испол.1	Испол.2	
1. Материальные затраты НИИ	1211	1211	Пункт 4.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	33350	33350	Пункт 4.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	155244,12	158304,98	Пункт 4.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	18629,29	18996,60	Пункт 4.3.4
5. Отчисления во внебюджетные Фонды	47119,70	48048,73	Пункт 4.3.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	-	-	Пункт 4.3.6
7. Контрагентские расходы	736	736	Пункт 4.3.7
8. Накладные расходы	68826,17	70071,82	16 % от суммы ст.1-7
9. Бюджет затрат НИИ	498989,70	508020,72	Сумма ст.1- 8

Приложение Л

(справочное)

Нормируемые показатели видов освещения помещений жилых зданий

Таблица Л.1 - Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности, высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_H , %		КЕО e_H , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации K_P , % %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	≤5% (работа с ЭВМ) ≤20% (при работе с документацией)

Приложение М

(справочное)

Предельно допустимые параметры звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Таблица М.1 - Предельно допустимые параметры звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50