

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Лабораторный стенд по микропроцессорной технике на базе платформы easyelectronics

УДК 004.896.031:64.06:004.732

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Крылатов Андрей Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Иванова В. С.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭИ	Баранов П.Ф.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына З.В.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			

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, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	<i>Универсальные компетенции</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
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 так же 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**

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:	11.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2019	<i>Раздел 1. Обзор имеющихся на рынке аналогов</i>	20
15.03.2019	<i>Раздел 2. Анализ возможностей рассматриваемого макета</i>	20
23.04.2019	<i>Раздел 3. Доработка макета до возможности использования в интернете-вещей</i>	30
05.05.2019	<i>Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
19.05.2019	<i>Раздел 5. Социальная ответственность</i>	10
10.06.2019	<i>Оформление ВКР и предоставление работы рецензенту</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	к.т.н.		26.11.2018

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		26.11.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гормаков А.Н.	к.т.н.		26.11.2018

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	Крылатов Андрей Юрьевич

Тема работы:

Лабораторный стенд по микропроцессорной технике на базе платформы easyelectronics	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10356/с от 23.11.2018

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Объектом исследования является лабораторный стенд по микропроцессорной технике на базе платформы easyelectronics.</i> <i>Цель проектирования – оптимизация микропроцессорного макета для расширения его функциональной применимости в интернете-вещей</i> <i>Ожидаемые результаты: микропроцессорный макет должен иметь возможность передачи данных по интерфейсу Wi-Fi, а также программировать микроконтроллеры различных производителей</i>
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>Обзор существующих средств для создания интернета-вещей</i> <i>Анализ функциональных возможностей макета easyelectronics</i> <i>Доработка макета до возможности использования в составе интернета-вещей:</i> <i>Обзор имеющихся на рынке средств для беспроводной передачи данных по интерфейсу WiFi</i> <i>Разработка электрической принципиальной схемы устройства</i> <i>Составление алгоритмов для программных кодов макета</i> <i>Составление программных кодов для микроконтроллеров входящих в состав макета</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Электрическая принципиальная схема ФЮРА.430108.001 ЭЗ</i> <i>Перечень элементов ФЮРА.430108.002 ПЭЗ</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына 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	26.11.2018
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	к.т.н		26.11.2018
Руководитель ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		26.11.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Крылатов Андрей Юрьевич		26.11.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Крылатов Андрей Юрьевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в электронных ресурсах компаний, занимающихся поставками оборудования.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Потенциальные потребители результатов исследования; -Анализ конкурентных технических решений; -SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	-Определение трудоемкости выполнения работ; -Разработка графика проведения НИР; -Расчет материальных затрат НИР.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	-Оценка социальной и сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИР
4. График проведения и бюджет НИР
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына З.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Крылатов А.Ю.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Крылатову Андрею Юрьевичу

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	12.03.01 Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является отладочная плата Pinboard II. Рабочая зона – 4 корпус, 210 аудитория. Оборудование – ПЭВМ.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	– проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды; – проанализировать выявленные опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – неудовлетворительное освещение; – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень электромагнитного излучения (ЭМИ); – ионизирующее излучение (ИИ); – электробезопасность
2. Экологическая безопасность	– анализ влияния объекта исследования на окружающую среду; – анализ влияния процесса исследования на окружающую среду;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС – пожар; – 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	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Крылатов Андрей Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 94 с., 36 рис., 23 табл., 29 источник.

Ключевые слова: микроконтроллер, лабораторный стенд, интернет-вещей, программирование, ESP8266.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является лабораторный стенд по микропроцессорной технике на базе платформы easyelectronics.

Цель работы – оптимизация микропроцессорного макета для расширения его функциональной применимости в интернете-вещей.

В процессе исследования проводились: оценка имеющихся на рынке микропроцессорных макетов, анализ макета проекта easyelectronics и доработка его для использования в системе интернета-вещей.

В результате исследования представлен проект микропроцессорного стенда для использования его в системе интернета-вещей.

Степень внедрения: создание экспериментального образца.

Область применения: микропроцессорный стенд для изучения систем интернета-вещей.

Экономическая эффективность данной работы заключается в выборе наиболее подходящих составляющих для микропроцессорного стенда.

В будущем планируется усовершенствовать микропроцессорный стенд.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Интернет-вещей – концепция вычислительной сети физических предметов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека.

Микроконтроллер – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами.

Исследовательский стенд – научное (экспериментальное) оборудование, предназначенное для исследовательских опытов, изучения свойств объектов и процессов.

Содержание

Введение.....	16
1 Обзор существующих средств для создания систем интернета-вещей	17
1.1 Отладочная плата Arduino Uno	18
1.2 Отладочная плата STM32-P103	19
1.3 Отладочная плата PIC-MAXI-WEB.....	21
1.4 Отладочная плата «Марсоход»	22
2 Анализ функциональных возможностей макета easyelectronics	24
2.1 Семисегментный индикатор	24
2.2 ЖК дисплей.....	24
2.3 Матрица диодов.....	25
2.4 Блок светодиодов, совмещенный с RC фильтрами	26
2.5 Индикаторы модуля расширения	26
2.6 Излучатель звука HC1212A	27
2.7 Информационные индикаторы	27
2.8 Потенциометр	28
2.9 Энкодер	28
2.10 Блок переключателей логического уровня.....	29
2.11 Конфигурируемая матричная клавиатура	29
2.12 Разъем для SD-карты	30
2.13 Микросхема EEPROM памяти.....	31
2.14 Rail to rail ЦАП с буферизирующим ОУ	32
2.15 Резистивный конвертер логических уровней.....	32
2.16 Транзисторный активный конвертер логических уровней.....	33

2.17 Микросхема шинного формирователя 74НС244	34
2.18 Семиканальная сборка транзисторов Дарлингтона	34
2.19 Монтажная панель с резисторами и транзисторами	35
2.20 SPI интерфейс	35
2.21 I2C Интерфейс	36
2.22 USB интерфейс	37
2.23 USB – 2 UART на базе микросхемы FT2232D	37
2.24 PS/2 интерфейс	39
2.25 Система п и тания платы.....	40
3 Доработка макета до возможности использования в составе систем интернета- вещей	42
3.1 Что такое интернет-вещей.....	42
3.2 Модуль ESP-01	43
3.3 Модуль NodeMcu	46
3.3 Цифровой вольтметр на базе Pinboard II и ESP-01.....	47
3.4 Написание программного кода для ATmega16A.....	48
3.5 Написание программного кода для ESP-01.....	51
3.6 Корпус	51
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	53
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	53
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	53
4.1.2 SWOT-анализ.....	53

4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	56
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	56
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	57
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	58
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	62
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	62
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	63
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	63
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	65
4.3.5 Накладные расходы.....	66
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	66
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	68
5 Социальная ответственность	71
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
5.1.1 Организационные мероприятия.....	72
5.1.2 Организация рабочей зоны инженера разработчика	72
5.2 Производственная безопасность	74
5.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производительной среды.....	75
5.2.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	77
5.3 Экологическая безопасность.....	85
5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	85

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	86
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	86
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	86
5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	88
Заключение	92
Список использованных источников	93
Приложение А	96
Приложение Б	97
Приложение В.....	99
Приложение Г	100
Приложение Д.....	101
Приложение Е.....	102

Введение

Развитие электроники привело к появлению на рынке микроконтроллеров, позволяющих использовать интерфейсы беспроводной передачи данных. Такие микроконтроллеры предоставляют большие возможности для автоматизации, сбора данных и их передачи. Идея о том, что окружающие нас вещи получают возможность собирать и обмениваться данными получила название «интернет-вещей». Сфер применения интернета-вещей много.

Первая интернет-вещь была создана в 1990 году Джоном Ромки и Саймоном Хакеттом. Они сделали включаемый через интернет тостер. В 1999 году Кевином Эштоном был введен термин “интернет-вещей”, для внедрения радиочастотных меток, сигнал которых охватывал бы большие территории. В 2008 же году произошел переход от интернета-людей, к интернету вещей. Количество устройств, имеющих доступ в интернет, превысило количество людей [1].

В данной работе проведен анализ имеющихся на рынке отладочных плат, среди которых выбрана наиболее функциональная и подходящая для изучения микроконтроллеров, а также описан способ доработки платы, для использования ее в составе систем интернета-вещей, в образовательных целях. В качестве примера приведен вариант сборки простейшего вольтметра, способного передавать показания с помощью сети Wi-Fi.

1 Обзор существующих средств для создания систем интернета-вещей

При изучении микроконтроллеров, разработке новых и тестировании готовых решений применяются аппаратные и программные средства разработки.

К аппаратным средствам разработки относятся отладочные или оценочные платы, к программным – программное обеспечение. Отладочные платы представляют из себя печатные платы на которых размещены: дисплей, разъем под карту памяти, резисторы и транзисторы со свободными контактами, драйвера и микросхемы, словом, всевозможная периферия, которую можно подключить к микроконтроллеру. Такое обилие компонентов позволяет использовать функционал микроконтроллера тем больше, чем больше этих самых периферийных компонентов размещено на отладочной плате.

При сборке проекта на макетной плате есть шанс повредить микроконтроллер или же подключить что-либо не так, в отладочной же плате вся сборка сводится к установке микроконтроллера в разъем. Также, в отладочной плате уже присутствует интерфейс связи с компьютером или программатор. Вышеописанное сводит процесс работы с микроконтроллером в размещении последнего в специальном разъеме, подключении отладочной платы к компьютеру и загрузке готовой программы в “пару кликов”.

Для будущего лабораторного стенда было выдвинуто два главных условия: низкая цена и возможность работы с микроконтроллерами разных компаний.

Наиболее известными брендами, выпускающими отладочные платы, являются: Arduino, Atmel, IAR Systems, ST Microelectronix, Texas Instruments и другие. Они обладают своими достоинствами и недостатками.

1.1 Отладочная плата Arduino Uno

Отладочная плата Arduino Uno (Рисунок 1) самая известная из всей продукции Arduino. Известность ей принесли невысокая цена, доступность, а также обилие бесплатных уроков и скетчей. Arduino является открытой платформой, означает, это то, что любой заинтересовавшийся может найти все необходимую документацию на сайте разработчика, а затем собрать плату на основе микроконтроллера AVR ATmega, необходимые электронные компоненты можно купить во множестве интернет-магазинов. Открытость платформы развязала руки производителям электроники, из-за чего рынок заполнили многочисленные клоны Arduino, как точно следующие документации разработчика, так и включающие самостоятельные решения производителей.



Рисунок 1 – Отладочная плата Arduino Uno [2]

Достоинства:

1. Доступность. Оригинальную отладочную плату или же её клон можно купить в большинстве магазинов радиодеталей, либо же заказать в интернет-магазине.
2. Низкая цена.
3. Небольшие габариты 6,9x5,3 см

Недостатки:

1. Малое количество функций. По сути, Arduino UNO представляет собой микроконтроллер с выведенными разъемами контактов и интерфейсом

подключения к персональному компьютеру, всю дополнительную периферию пользователю предлагается приобретать и подключать отдельно.

2. Плата позволяет использовать только один микроконтроллер – AVR ATmega328p, без возможности замены его на другие микроконтроллеры, выпускаемые компанией Atmel. Подключение микроконтроллеров от других производителей, также не представляется возможным.

Цена:

1790 рублей [2].

1.2 Отладочная плата STM32-P103

Следующая отладочная плата, производства компании Olimex (Рисунок 2), построена на базе другого популярного семейства микроконтроллеров STM32. Они имеют невысокую цену, большое количество подключаемой периферии и развитые средства программирования. Минус же состоит в высоком пороге вхождения в написание программ для STM.

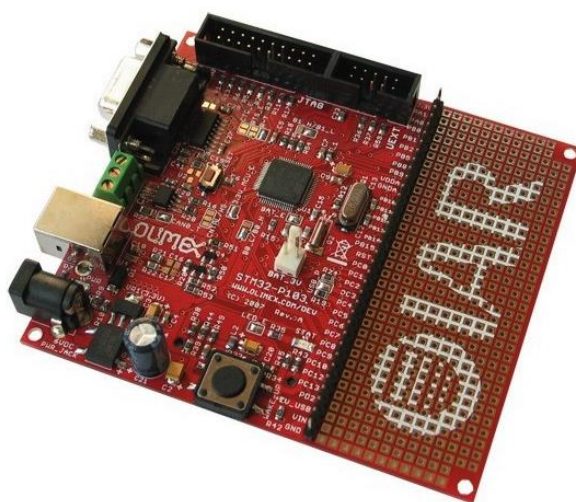


Рисунок 2 – Отладочная плата STM32-P103 [3]

На плате размещены:

- интерфейсы USB, RS-232, CAN и JTAG, для внутрисхемной отладки;

- считыватель SD-карт;
- UEXT-коннектор с I2C, SPI, RS-232 и источник питания для подключения периферийных модулей Olimex;
- светодиоды питания и состояния;
- кнопка и светодиод для пользовательских задач;
- стабилизатор напряжения +3,3 В;
- макетная область для построения пользовательских схем;

Достоинства:

1. Поле для макетирования, на котором можно собирать собственные схемы;
2. Наличие интерфейсов как для подключения к персональному компьютеру, так и для отладки;

Недостатки:

1. Как и в Arduino, отладочная плата позволяет работать только с одним микроконтроллером. Для использования микроконтроллеров других семейств, необходимо приобретать отдельные отладочные платы;
2. Помимо компонентов входящих в состав интерфейсов связи и выводов микроконтроллера, на отладочной более ничего нет;
3. Относительная сложность освоения;

Цена:

3090 рублей [3].

1.3 Отладочная плата PIC-MAXI-WEB

Отладочная плата PIC-MAXI-WEB (Рисунок 3), это плата аппаратного веб-сервера, построенная на базе микроконтроллера PIC18F67J60 производства Microchip. Её можно использовать для разработки промышленных приложений, дистанционного контроля процессов, телеметрии и систем безопасности [4].

На плате присутствует такая периферия как: интерфейсы RS-232 и Ethernet с разъемами, разъем ICSP/ICD для программирования, ЖК дисплей 16x2, EEPROM память объемом в 1 Мбит, 2 силовых реле, 2 кнопки, 4 оптоизолированных дискретных входа, датчик температуры, потенциометр, двенадцать аналоговых входов на клеммнике под винт и веб-сервер с TCP-IP стеком на базе «Microchips open source TCP-IP stack». Плата имеет габариты 120x108 мм. Питание осуществляется +9-25В или 7-18В постоянного тока.



Рисунок 3 – Отладочная плата PIC-MAXI-WEB [4]

Достоинства:

1. Присутствует вся необходимая периферия;
2. Разъем Ethernet;
3. Веб-сервер с TCP-IP стеком;

Недостатки:

1. Цена

2. Отсутствие возможности работы с микроконтроллерами других производителей.

Цена:

10240 рублей [4].

1.4 Отладочная плата «Марсоход»

Плата "Марсоход" (Рисунок 4) построена на базе микросхемы компании Altera CPLD серии MAX II, EPM240T100C5. Основной данной платы является не микроконтроллер, а программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС). Программирование таких схем осуществляется графически или на высокоуровневых языках, например Verilog. Питание платы осуществляется от источника постоянного тока +2,6 – 4,6 В.



Рисунок 4 – Отладочная плата «Марсоход» [5]

На данной отладочной плате размещены:

- ПЛИС Altera EPM240T100C5;
- 240 логических элементов/триггеров;
- 4 кнопки и 8 светодиодов для пользовательских задач;
- Кварцевый генератор 100МГц;
- JTAG интерфейс;

- 22 штырьевых разъема для пользовательских задач, из которых 6 повышенной мощности (для подключения двигателей);

Достоинства:

1. Отладочные платы для ПЛИС не так широко представлены на рынке, и эта плата одна из немногочисленных их представителей.

Недостатки:

1. Отсутствие интерфейсов связи с компьютером;
2. Отсутствие макетного поля;
3. Плата выполнена под конкретную микросхему и не предполагает её замены;

Цена:

1100 рублей [5].

Этого достаточно для создания на базе платы простых электронных игрушек и роботов. Плата может использоваться для самостоятельного изучения проектирования для ПЛИС, а так же в колледжах и университетах.

3 Доработка макета до возможности использования в составе систем интернета-вещей

3.1 Что такое интернет-вещей

Интернет вещей, это единая сеть, которая соединяет окружающие нас объекты реального мира и виртуального [1]. В состав интернета вещей могут входить любые автономные устройства, которые подключены к интернету и могут отслеживаться, управляться удаленно. Подключенные к общей сети, эти объекты передают друг другу информацию и реагируют на нее.

Развитие интернета вещей связывают с развитием технологий радиочастотной идентификации и беспроводных сенсорных сетей.

Радиочастотная идентификация, это метод автоматический идентификации объектов, при котором посредством радиосигналов считываются данные с радиочастотных меток. Применяется эта технология, для отслеживания движения объектов и получения информации от них [1].

Беспроводная сенсорная сеть, это распределенная, самоорганизующаяся сеть множества сенсоров и исполнительных устройств, объединенных между собой посредством радиоканала. За счет ретрансляции сообщений от одного сенсора к другому, область покрытия такой сети варьируется от метров до нескольких километров. Данная технология нашла свое применение среди задач, связанных с мониторингом, управлением, логистикой и многих других [1].

Применение интернета вещей обширно:

- Быт. Датчики углекислого газа, термометры, умные розетки, холодильник, словом вся система «умный дом», может быть полностью автоматизирована. Всю информацию о вашем доме можно будет увидеть с экрана смартфона.
- Безопасность. Уже сейчас во многих странах внедряются системы распознавания лиц в общественных местах, для поиска и отслеживания людей, находящихся в розыске. Внедрение таких и более сложных систем позволит,

например, усовершенствовать контрольно-пропускной режим на особых предприятиях, сделать его более быстрым и эффективным.

- Промышленность. Множество разнообразных датчиков, установленных в оборудовании и помещении, где оно находится, позволят отслеживать его состояние и процессы им выполняемые. Сгруппировав данные со всего оборудования, можно отслеживать состояние целого предприятия или завода удаленно.

- Медицина. Снимая многочисленные параметры человеческого тела, такие как пульс, уровень сахара или кислорода в крови, а также любые другие, можно контролировать все эти жизненные показатели и тем самым эффективно следить за здоровьем человека, а при необходимости и вызвать врача.

- Транспорт. Датчики и сенсоры на дорогах снимут данные о загруженности и оптимизируют работу транспортных каналов.

- Сельское хозяйство. Оснащение теплиц датчиками и сенсорами позволит отслеживать состояние посевов, а при необходимости добавить удобрений, воды, включить освещение и т.д.

Областей применения интернета вещей множество. В интернете полным-полно проектов по автоматизации практически всего, что только в голову взбрести может. Область применения ограничивается нуждами и фантазией творящего.

3.2 Модуль ESP-01

Для использования имеющегося макета в составе систем интернета-вещей необходима связь этого самого макета с интернетом. Для решения этой задачи было обращено внимание на микроконтроллер ESP8266 с интерфейсом Wi-Fi.

Микроконтроллер имеет 32-битный процессор Tensilica с частотой 80 МГц, 14 портов ввода-вывода и Wi-Fi интерфейс стандарта 802,11. Питание осуществляется постоянным напряжением величиной 2,2В – 3,6В.

Всего на базе ESP8266 было выпущено множество различных модулей (Рисунок 32).



Рисунок 32 – Семейство Wi-Fi модулей на основе ESP8266 [7]

Наибольшее распространение получил модуль ESP-01 (Рисунок 33) из-за своей дешевизны и приспособленности как устройство связи. Он может работать как автономно, так и в сопряжении с другим микроконтроллером. Связь с модулем осуществляется через UART интерфейс с помощью специальных AT-команд, но также можно загрузить в него свою программу. ESP-01 позволяет поддерживать связь на расстоянии до 400 метров при прямой видимости на открытом пространстве.

На нем есть восемь штырьевых выводов:

- VCC – питание модуля;
- GND – питание модуля (земля);
- UTXD – UART передача;
- URXD – UART прием;

- CH_PD – включение/отключение питания;
- GPIO0, GPIO2 – программируемые выводы;
- RST – сброс.

Достоинствами модуля являются:

- Низкая цена;
- Доступность;
- Компактность;

Недостатками данного модуля являются:

- Повышенное энергопотребление, это связано с тем, что некоторое количество контактов микроконтроллера “висит” в воздухе и на них могут наводиться помехи, что в свою очередь приводит к ложным срабатываниям;
- Неудобное расположение штырьевых контактов;
- Малое количество программируемых выводов;
- При включении питания на выводы модуля подается высокий потенциал, что приводит к “морганию” управляющих устройств в момент подачи тока;

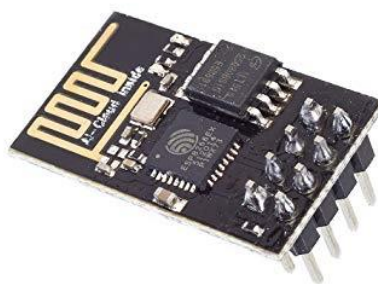


Рисунок 32 – ESP8266-01 [7]

При постоянной работе модуля, литий-полимерного аккумулятора емкостью 2500 мАч хватает только на 30 часов. Для уменьшения энергопотребления модуль имеет несколько режимов сна (Таблица 1). Все режимы, за исключением “Power Off” вызываются программным путем.

Таблица 1 – Режимы работы модуля ESP8266

Режим	Потребляемый ток
Tx 802.11b, CCK 11Mbps, P OUT=+17dBm	170 мА
Tx 802.11g, OFDM 54Mbps, P OUT=+15dBm	140 мА
Tx 802.11n, MCS7, P OUT=+13dBm	120 мА
Rx 802.11b, 1024 bytes packet length, -80dBm	50 мА
Rx 802.11g, 1024 bytes packet length, -70dBm	56 мА
Rx 802.11n, 1024 bytes packet length, -65dBm	56 мА
Modem-Sleep	15 мА
Light-Sleep	0,9 мА
Deep-Sleep	10 мкА
Power Off	0,5 мкА

3.3 Модуль NodeMcu

NodeMcu (Рисунок 33) модуль на основе того же микроконтроллера ESP8266, предназначенный для создания различных устройств с возможностью обмена данными по интерфейсу Wi-Fi.

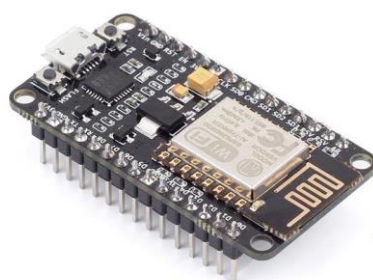


Рисунок 33 – Модуль NodeMcu [8]

Модуль обладает следующими характеристиками:

- Поддерживает Wi-Fi протокол 802.11 b/g/n;

- Поддерживаемые режимы Wi-Fi – точка доступа, клиент;
- Входное напряжение 3,7В – 20 В;
- Рабочее напряжение 3В-3,6В;
- Максимальный ток 220мА;
- Встроенный стек TCP/IP;
- Диапазон рабочих температур от -40С до 125С;
- 80 МГц, 32-битный процессор;
- Время пробуждения и отправки пакетов 22мс;
- Встроенные TR переключатель и PLL;
- Наличие усилителей мощности, регуляторов, систем управления

питанием.

Преимущества NodeMcu перед ESP-01:

- Наличие собственного интерфейса UART-USB позволяет подключить плату к персональному компьютеру;
- Наличие флэш-памяти на 4 Мбайт;
- Возможность обновлять прошивку прямо через USB;
- Возможность создавать скрипты на LUA и сохранять их в файловой системе;
- На плате модуля разведено большее количество программируемых контактов;
- Возможность питать модуль разными напряжениями;
- Наличие кожуха, экранирующего микроконтроллер.

3.3 Цифровой вольтметр на базе Pinboard II и ESP-01

В качестве примера использования отладочной платы с модулем беспроводной связи, был собран цифровой вольтметр (Рисунок 32). Данные об измерениях, передаются на создаваемый модулем сервер.



Рисунок 32 - Цифровой вольтметр

В отладочной плате Pinboard II, микроконтроллер ATmega16A работает от напряжения 4 В, в то время как для ESP-01 рабочим является напряжение 3,3 В. Чтобы согласовать напряжения, на макетной области был смонтирован резистивный делитель.

Модуль ESP-01 подключенный к Wi-Fi сети, создает в этой самой сети сервер, куда посредством беспроводной связи передает информацию, поступающую по интерфейсу UART. На UART ESP-01 данные приходят с аналогичного интерфейса микроконтроллера ATmega16A входящего в состав отладочной платы Pinboard II. Данные об измерениях можно узнать с устройства подключенного к той же, что и ESP-01 сети.

3.4 Написание программного кода для ATmega16A

Для микроконтроллера Atmega16A, чтобы измерять с его помощью напряжение по ранее составленному алгоритму (Приложение В) была написана программа (Приложение А).

Для наиболее эффективного написания программы был выбран язык Assembler, это язык программирования низкого уровня, представляющий собой формат записи машинных команд, удобный для восприятия человеком [8]. Команды языка ассемблера практически соответствуют командам

микропроцессора и, фактически, представляют собой удобную символьную форму записи (мнемокод) команд и их аргументов. Директивы ассемблера позволяют включать в программу блоки данных (описанные явно или считанные из файла); повторить определённый фрагмент указанное число раз; компилировать фрагмент по условию; задавать адрес исполнения фрагмента, менять значения меток в процессе компиляции; использовать макроопределения с параметрами и др. [9].

Assembler обладает следующими достоинствами и недостатками:

Достоинства:

- высокая оптимизация программного кода за счет использования меньшего количества команд и обращений к памяти микроконтроллера. Как следствие, большая скорость и меньший размер программы по сравнению с высокоуровневыми языками;
- непосредственный доступ к портам ввода-вывода, регистрам процессора;
- возможность написания самомодифицирующегося кода (т.е. метапрограммирования, причем без необходимости программного интерпретатора);
- написанная программа максимально соответствует применяемому микроконтроллеру, за счет использования специальных инструкций, технических особенностей платформы.

Недостатки:

- большие объемы программного кода, большое число дополнительных задач;
- сложность восприятия программного кода, трудность поддержки (отладка, добавление возможностей);
- трудность реализации парадигм программирования и любых других сколько-нибудь сложных конвенций, сложность совместной разработки;
- меньшее количество доступных библиотек, их малая совместимость;

- непереносимость на другие платформы (кроме двоично совместимых).

Прежде чем загружать написанную программу в микроконтроллер на отладочной плате, промоделируем конечную электрическую схему в системе автоматизированного проектирования Proteus 8 (Рисунок 33). Особенностью этой САПР является моделирование работы программируемых устройств. Среди всех представленных на рынке САПР, Proteus 8 наиболее приспособлена для поставленных задач.

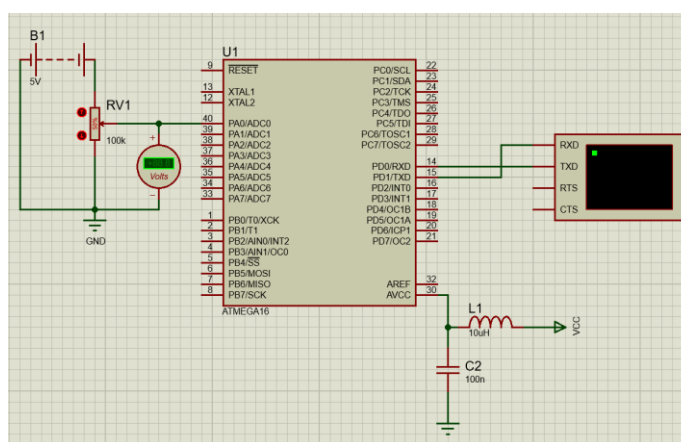


Рисунок 33 – Электрическая схема простейшего вольтметра

Промоделировав электрическую схему вольтметра и удовлетворившись результатом, программа было загружена в микроконтроллер на отладочной плате. Для просмотра данных, поступающих с интерфейса UART, была использована программа «Terminal» (Рисунок 34).

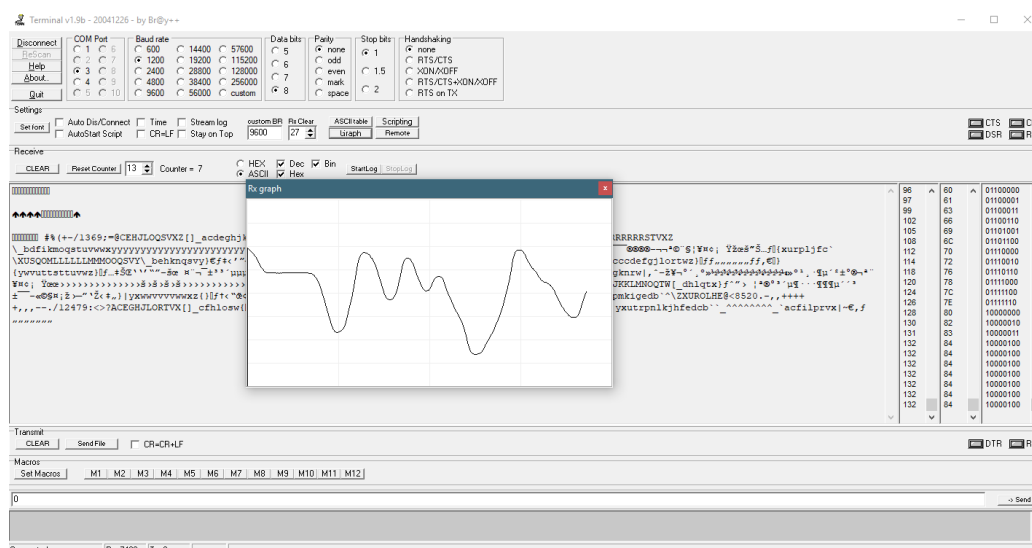


Рисунок 34 – Окно программы «Terminal»

3.5 Написание программного кода для ESP-01

Для микроконтроллера ESP8266, чтобы передавать с его помощью данные, поступающие на UART, по ранее составленному алгоритму (Приложение Г) была написана программа языке Arduino (Приложение Б).

ESP-01 не программируется на языке Assembler, поэтому была использована среда разработки Arduino IDE. Среда IDE распространяется бесплатно через сайт разработчика. Для написания программ используется язык C++ с небольшими изменениями.

3.6 Корпус

Для защиты лабораторного стенда от внешних воздействий в системе автоматизированного проектирования T-Flex была спроектирована 3D модель корпуса (Рисунок 34).

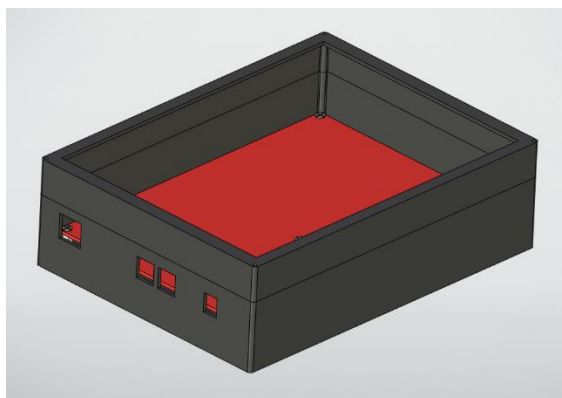


Рисунок 34 – Корпус лабораторного стенда

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Таким образом, целью раздела является анализ и выбор конкурентоспособного проекта лабораторного стенда для микропроцессорных разработок.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы (Таблица 2).

Таблица 2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Экономичность С2. Стоимость платформы ниже аналогичных решений на рынке С3. Многоплатформенность С4. Надежность С5. Открытость платформы	Слабые стороны проекта: Сл1. Малые объемы выпуска Сл2. Зависимость от иностранных комплектующих Сл3. Сложность освоения Сл4. Большой срок поставок материалов и комплектующих Сл5.
Возможности: В1. Увеличение спроса продукции на рынке В2. Имеем оборудование для выполнения комплексного исследования В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	1. Провести дополнительные исследования проекта 2. Разработать учебную программу 3. Заключить договора с учебными заведениями	1. Улучшить платформу, сделав ее более эргономичной 2. Упростить освоение путем написания учебных пособий 3. Создать защитную конструкцию для платы
Угрозы: У1. Высокая конкуренция У2. Узкая направленность продукции У3. Возможность предпочтения аналогов У4. Небольшой спрос на товар	1. Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции 2. Более низкая стоимость производства и экономичность технологии позволят увеличить спрос, а также минимизировать потери при несвоевременном финансовом обеспечении.	Необходимость дополнительного оборудования для отслеживания сигналов

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	0	+
	B3	+	+	-	+	0
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	0	-	+
	B3	+	+	-	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	0
	У2	0	0	+	0	0
	У3	+	+	+	+	0
	У4	-	0	0	+	0
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	0	0	+
	У2	-	+	0	-	+
	У3	+	+	-	-	0
	У4	+	-	0	+	-

Анализ интерактивных таблиц:

Сильно коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4C5, C3 B1B2C4 B3 B4 B5, B5 C1C2C3C4.

Сильно коррелирующие слабые стороны и возможности: У1Сл1 Сл2 Сл3 Сл4, У1Сл1 Сл2 Сл3 Сл4 Сл5, B5 Сл1Сл2 Сл3Сл4.

Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

Вывод: проект имеет свои недостатки и слабые стороны, но с помощью возможностей и сильных сторон можно продвинуть проект на рынок, а также есть возможность снизить угрозы и риски, и поэтому есть хорошая вероятность его реализации.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	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 языка программирования	Руководитель, бакалавр

	5. Календарное планирование работ по теме	Бакалавр
Обзор рассматриваемой платы и ее аналогов	6. Анализ имеющихся на рынке аналогов	Бакалавр
	7. Анализ возможностей рассматриваемого макета	Бакалавр
Написание программ для микроконтроллеров	8. Проектирование структур программ	Бакалавр
	9. Написание программ и их отладка	Бакалавр
	10. Сборка проекта	Бакалавр
Создание 3D модели корпуса для стенда	11. Создание 3D модели корпуса для стенда	Бакалавр
Составление принципиальной электрической схемы макета	12. Анализ стандартов на составления электрических схем	Бакалавр
	13. Составление принципиальной электрической схемы макета	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	14. Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, бакалавр
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	15. Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Бакалавр

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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 $t_{ожі}$ используется следующая формула [11]:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\text{Ч}_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – 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, чел.

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 [11]:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

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 [11]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{\text{кал}} = 365$ дней;

$T_{\text{вых}} = 52$ воскресения;

$T_{\text{пр}} = 14$ дней;

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22;$$

Временные показатели проведения научного исследования представлены в таблице 5, календарный план график проведения НИОКР в таблице 6.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Трудоёмкость работ			Исполн ия	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			
4	6	4,8	Р	4,8	6
8	12	9,6	Б	9,6	12
14	20	16,4	Б	16,4	20
7	12	9	Р,Б	9	11
4	10	6,4	Б	6,4	8

2	3	2,4	Б	2,4	3
5	6	5,4	Б	5,4	23
1	2	1,4	Б	1,4	2
21	23	21,1	Б	21,1	26
1	2	1,5	Б	1,5	2
2	4	3,1	Б	3,1	4
1	2	1,3	Б	1,3	2
5	7	5,4	Б	5,4	7
3	5	3,8	Р,Б	3,8	5
12	14	13	Б	13	16
Всего				105	147
Руководитель				18	22
Бакалавр				100	141

Таблица 6 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Ис-пол-ните-ли	$T_{к\bar{t}}$, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ									
			январь		февраль		март		апрель		май	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Составление и утверждение технического задания	Р	6										
Подбор материалов по теме	Б	12										
Изучение материалов по теме	Б	20										
Выбор языка программирования	Р, Б	11										
Календарное планирование работ по теме	Б	8										
Анализ имеющихся на рынке аналогов	Б	3										
Анализ возможностей рассматриваемого макета	Б	23										
Проектирование структур программ	Б	2										
Написание программ и их отладка	Б	26										
Сборка проекта	Б	2										
Создание 3D модели корпуса для стенда	Б	4										
Анализ стандартов на составление электрических схем	Б	2										
Составление принципиальной электрической схемы макета	Б	7										
Оценка эффективности полученных результатов	Р, Б	5										
Составление пояснительной записки	Б	16										

Где, ■ – руководитель; ■ – бакалавр (Б).

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [11]:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (7)$$

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

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Отладочная плата Pinboard II rev.3	1 штука	1	4800	5520
Wi-Fi модуль ESP-01	1 штука	1	120	138
Монтажные провода	1 штука	32	5	184
Корпус	1 штука	1	500	500
Итого				6342

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблице 8. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены [11].

Таблица 8 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Амортизационные отчисления за время использования оборудования, руб.
Компьютер высокой вычислительной мощности	1	25000	3750
Итоговая сумма			3750

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [11]:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (8)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [11]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (9)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [11]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Таблица 9).

Таблица 9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
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	2	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	273

Месячный должностной оклад работника взят из документа «Оклады по новой системе оплаты труда с 01.06.2016 г.» (см. Приложение Д)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 10.
Руководитель Иванова В. С. – доцент ОЭИ, ктн.

Таблица 10 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Зм	Р _к	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	33664	1,3	1458,8	18	26257,9
Инженер	26300	1,3	1139,9	100	113966,7
Итого З _{осн}					

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [11]:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы равный 0,12.

Таблица 11 – дополнительная заработная плата

	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата	26257,9	113966,7
Дополнительная з/п	3150,9	13676
Итого доп. з/п	16826,9	

4.3.5 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 [11]:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$\begin{aligned} З_{\text{накл}} &= (6342 + 25000 + 140224,6 + 16826,9 + 42560,9) \cdot 0,16 = \\ &= 36952,7 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (15)$$

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта (Таблица 13), который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [11].

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	6342	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	25000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	140224,6	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16826,9	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	42560,9	Пункт 3.4.5
6. Накладные расходы	36952,7	Пункт 3.4.8
7. Бюджет затрат НТИ	267907,1	Сумма ст. 1- 8

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования [11].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 16:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (16)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле 17:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (17)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Аналог 1	Аналог 2
1. Погрешность измерения	0,15	4	4
2. Себестоимость	0,25	5	5
3. Энергосбережение	0,15	4	4
4. Надежность	0,35	5	3
5. Материалоемкость	0,1	3	4
ИТОГО	1		

Из таблицы 15 видно, что интегральный показатель ресурсоэффективности первого варианта исполнения 4,5, что выше, чем у второго.

Таблица 15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,62	0,86
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	7,26	4,53
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,6	0,85

Показатель сравнительной эффективности в итоге получился самым высоким 1,6.

Сравнив эти значения, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

5 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию отладочной платы проекта easyelectronics «Pinboard II rev.3». Целью исследования является оптимизация микропроцессорного макета для расширения его функциональной применимости в интернете-вещей. Исследуемым объектом является отладочная плата «Pinboard II rev.3» проекта easyelectronics. Для работы с отладочной платой использовалась ЭВМ «Intel Core i5». Исследования проводились в программах «Atmel Studio 7.0» и «Proteus 8».

Целью данного раздела работы является анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при использовании ЭВМ, разработка мер защиты от повышенного уровня электромагнитных и ионизирующих излучений, оценка условий труда и микроклимата рабочей среды. Также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

При выполнении данной работы рабочими зонами являются:

- учебная лаборатория к. 210 (далее: лаборатория) Отделения электронной инженерии 4 корпуса ТПУ, где располагается рабочий компьютер со специализированными программами;

В текущем разделе рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в лаборатории, а также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников лаборатории опасных и вредных факторов, создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала.

Таким образом, в работе используется одно основное помещение, для которого предъявляются требования с точки зрения охраны труда и техники безопасности.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Организационные мероприятия

Согласно [12] работник лаборатории 210, 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;

Имеется комплект документов по действию при пожаре, аварийной ситуации, проводятся тренировки по действию персонала, инструктаж на рабочем месте, допуск к работе.

5.1.2 Организация рабочей зоны инженера разработчика

Рабочее место в лаборатории 210, 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 инженер-разработчик, должна составлять не менее 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 мм². Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине не менее 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. При работе за компьютером удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что позволяет обеспечить удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами инженера-разработчика и экраном видеодисплея должно составлять 400 - 800 мм. Кроме того, рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства, как это показано на рисунке 35.

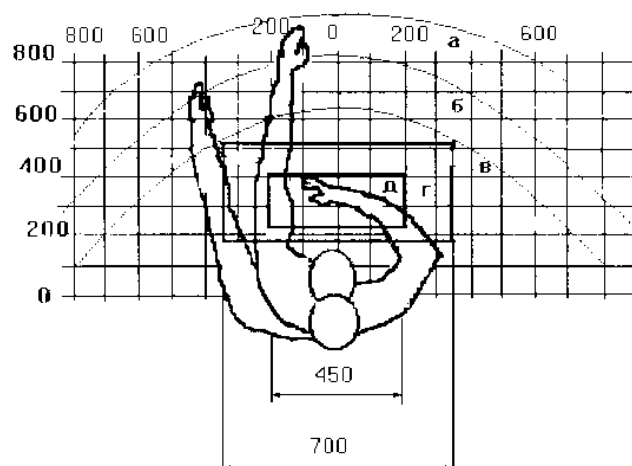


Рисунок 35 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости рук; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук: дисплей персонального компьютера размещается в зоне, а (в центре); клавиатура – в зоне г или д; системный блок размещается в зоне б (справа); документация: в зоне легкой досягаемости ладони – в (слева) – литература и документация, необходимая при работе; в шкафу для хранения – литература, которая не используется постоянно, но нужна при возникновении внештатных ситуаций [13].

Рабочее место сотрудника лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ должно в целом соответствовать требованиям норм, изложенных в [23].

5.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая в процессе выполнения квалификационной работы математическая модель подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ), а именно персонального компьютера «Intel Core i5». Поэтому с точки зрения социальной ответственности целесообразно

рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке математической модели или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

5.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [14]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ на ЭВМ [14]

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка математической модели характеристик СД с использованием специального оборудования «ПОЛИ-500» 2) Работа с ЭВМ	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17]; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17]; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17]; 5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [2, 17].	1. Поражение электрическим током 2. Пожаровзрывоопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.127 8-03 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

5.2.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

Электромагнитное излучение:

Согласно [15] в лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ экран и системные блоки производят электромагнитное излучение. Воздействие ЭМП негативно сказывается на здоровье человека.

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений:

- ультрафиолетового 200–400 нм;
- видимого 400–750 нм;
- ближнего ИК 750–2000 нм;
- радиочастотного диапазона 3кГц;
- электростатических полей.

Предельно допустимый уровень электромагнитных излучений представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Предельно допустимый уровень электромагнитных излучений [15]

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля на расстоянии 50 см от монитора	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2кГц– 400 кГц	2,5 В/м
Плотность потока магнитной индукции на расстоянии 50 см от монитора	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2кГц– 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для уменьшения воздействия электромагнитного излучения на организм необходимо выполнять следующие меры:

- расстояние до монитора должно составлять не менее 50 см;

- недопускается использование мерцающего монитора (нужно использовать монитор с частотой кадров не менее 70 Гц);
- расположение верхнего края монитора должно располагаться на уровне глаз;
- не допускается освещение экрана прямыми яркими источниками;
- использование монитора с низким разрешением;
- необходимы регулярные перерывы в работе.

Электробезопасность при работе с компьютером:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещается рабочее место с ЭВМ (персональный компьютер «Intel Core i5») в лаборатории 210 отделения электронной инженерии 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением и занулением, в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [16]. 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 лаборатории 220 В, для серверного оборудования 380 В.

По опасности поражения электрическим током помещение лаборатории ТПУ, согласно ПУЭ, относится к первому классу – без повышенной опасности. В данном помещении температура не превышает 35°C, влажность 75% [15]. Отсутствует токопроводящая пыль, токопроводящие полы и возможность одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй электрооборудованием.

Оператор установки работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами.

Существует опасность электропоражения в следующих случаях:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта частей рентгеновского комплекса;
- при прикосновении к нетокведущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей компьютера или установки);
- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Предъявляются следующие технические требования к персональным компьютерам в лабораторных условиях:

- для электропитания компьютеров должна быть смонтирована отдельная сеть электроснабжения;
- не допускается использование оборудования без подключения к защитному заземлению, если такое подключение предусмотрено конструкцией оборудования;
- не допускается использование оборудования с открытыми корпусами, если это не является основным режимом работы оборудования;
- электрические розетки системы электропитания должны располагаться таким образом, чтобы кабели электропитания оборудования, расположенного на рабочем месте, не пересекали рабочее место (были направлены от места расположения пользователя) [16].

Освещение:

Использование рационального освещения помещений и рабочих мест, является одним из важнейших условий создания безопасных и благоприятных условий труда.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света. Помещения со специальным оборудованием должны

иметь естественное и искусственное освещение согласно [17]. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [17]

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

В лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ, для данного типа, относящихся к 3 разряду – высокая точность работ, минимальная освещенность в лаборатории должна составлять 300-500 лк [17]. В следствие производственной необходимости работа в лаборатории производится без естественного освещения, данные условия согласованы с органами государственного надзора за охраной труда. Общее освещение лаборатории должно быть выполнено в виде сплошных или прерывистых линий светильников, которые располагаются в стороне от рабочих мест параллельно линии зрения работников. Допускается размещение линии светильников искусственного освещения локально над рабочими местами. Для общего освещения необходимо применять светильники с рассеивателями и зеркальными

экранами сетками или отражателями, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Применение светильников без рассеивателей и экранных сеток запрещается. Используемые источники света в лаборатории светодиодные светильники и металлогалогеновые лампы местного освещения.

Условия труда в лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ, по световому фактору соответствует допустимым нормам. [23]

Шум:

При работе с ЭВМ (персональный компьютер «Intel Core i5») в лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ, характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Повышенный шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум в лаборатории создается работающими установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Предельно допустимые уровни звукового давления представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [18]

N пп.	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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	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

Согласно [23] уровень шума в лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ, не более 80 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат:

Для проведение различных экспериментов в лаборатории 210, 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.

Лаборатория 210, 4 корпуса ТПУ является помещением IIa категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения (Таблица 21) работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [19].

Таблица 20 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [19]

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	IIa	19-21	18-22	40-60	0,2
Теплый	IIa	20-22	19-23	40-60	0,2

Таблица 21 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения [19]

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

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

Согласно [23] микроклимат в лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

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

Объектом исследования является лаборатория 210, 4 корпуса ТПУ.

Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, истощение озонового слоя и прочие загрязнения природы приводят к тому, что в природе изменяются привычные для данного периода условия обитания. Электроника и оборудование для визуального контроля (линейки, штангенциркули) не несут в себе большой экологической угрозы. Материалы, с которыми проводятся опыты (AlGaAs светодиоды) в последствие остаются для вторичного использования. Часть из них остается как основа для дальнейшего исследования, часть перерабатывается для последующего использования в других отраслях.

Согласно [20], в случае возникновения аварии должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над источником излучения и сведения к минимуму доз облучения, количества облученных лиц, радиоактивного загрязнения окружающей среды. При радиационной аварии или обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, как правило, к окружающей среде и (или) к человеку. Конструктивно установка «Исследователь» выполнена таким образом, что при любой радиационной аварии радиационное воздействие ограничивается помещением, где она

размещена. Таким образом, воздействие ионизирующего излучения на население и опасность экологического загрязнения полностью исключены.

Согласно [23], анализ влияния объектов исследований на окружающую среду, в лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования не влияет каким-либо образом на окружающую среду, так как не имеет каких-либо расходуемых материалов, которые могли бы оказать влияние на окружающую среду, во время исследования.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Согласно [21] 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 математическую модель, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС

в данном случае можно назвать пожар в лаборатории с серверным оборудованием. В серверной комнате 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 серверной комнате.

- Согласно [22] предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 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 серверной 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 серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

- Согласно [22] 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).

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 лаборатории 210, 4 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- 1) Неисправное 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.

4 корпус ТПУ оснащен первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-1 и ОП-1 (Таблица 22) (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 22 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках [29]

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 23).

Таблица 23 – Категории помещений по пожарной опасности [29]

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 4 корпусе ТПУ имеются пожарная автоматика и 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 (Рисунок 36).



Рисунок 36 – План эвакуации людей на случай пожара в 4 корпусе ТПУ

Таким образом, можно сделать вывод, что помещения 4 корпуса НИ ТПУ полностью соответствуют всем требованиям экологической, пожарной и производственной безопасности, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях. Данные помещения имеют необходимую документацию по эксплуатации оборудования и планы эвакуации.

Заключение

В ходе выполнения дипломной работы, было выполнено следующее: изучена архитектура микроконтроллера ATmega16A, изучена техническая документация на этот микроконтроллер, проанализирован рынок отладочных плат и выбрана наиболее удовлетворяющая условиям отладочная плата – “Pinboard II rev.3” проекта easyelectronics, а также в качестве примера собран простейший вольтметр с функцией передачи данных через интерфейс Wi-Fi.

Была проведена оценка коммерческого потенциала, в ходе которой был проанализирован рынок и выбрана ниша, с наиболее низким уровнем конкуренции. SWOT-анализ позволил наглядно рассмотреть сильные и слабые стороны, возможности и угрозы научно-исследовательской работы. Исходя из полученных данных видно способы улучшения разработки.

Также был разработан план работ и составлен график их проведения. В ходе работы были выявлены вредные факторы, которые могут оказывать воздействие на исследователя во время проведения расчетно-проектировочных работ. А также рассмотрены факторы, оказывающие воздействие на природу, в ходе разработки.

Список использованных источников

1. Интернет вещей — а что это? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/149593/> – (Дата обращения: 12.06.2019)
2. Arduino Uno [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amperka.ru/product/arduino-uno> - (Дата обращения: 12.06.2019)
3. STM32-P103, Отладочная плата на базе STM32F103 с ядром Cortex-M3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.chipdip.ru/product/stm32-p103?from=suggest_product – (Дата обращения: 12.06.2019)
4. PIC-MAXI-WEB, PIC18F67J60 (OLIMEX Ltd.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tomsk.terraelectronica.ru/product/276889> – (Дата обращения: 12.06.2019)
5. Плата эл. конструктора "Марсоход" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marsohod.org/howtobuy> - (Дата обращения: 12.06.2019)
6. PinBoard II R3 AVR + STM32 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shop.easyelectronics.ru/index.php?productID=151> – (Дата обращения: 12.06.2019)
7. Уроки ESP8266: как контролировать всё через Интернет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arduinoplus.ru/esp8266-kontroliruem-vsyo-cherez-internet/> - (Дата обращения: 13.06.2019)
8. NodeMCU (ESP8266) для начинающих: что такое, как подключить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edurobots.ru/2017/04/nodemcu-esp8266/> - (Дата обращения: 13.06.2019)
9. Язык ассемблера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prog-cpp.ru/asm/> – (Дата обращения: 12.06.2019)
10. Assembler [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://progopedia.ru/language/assembler/> – (Дата обращения: 12.06.2019)
11. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н.

Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

12. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

13. ТК РФ, N 163 Трудовой кодекс Российской Федерации, 2011.

14. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017.

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

16. Электромагнитные излучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vuzlit.ru/147620/istochniki> – (Дата обращения: 12.06.2019)

17. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002

18. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011

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

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

21. СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 Повышенный уровень ионизирующего излучения, 2009

22. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий, 1994

23. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

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

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

26. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515> – (Дата обращения: 12.06.2019)

27. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ

28. Дашковский А.Г. Расчет устройства защитного заземления. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Электробезопасность» для студентов всех специальностей ЭЛТИ. Томск, изд. ТПУ, 2010. – 8 с

29. НПБ 104-03, Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях, 2003.

Приложение А

(Обязательное)

Программный код для микроконтроллера ATmega16A

```
.INCLUDE "m16adef.inc" // Подключаем заголовочный файл ATmega16a
.EQU XTAL = 8000000 // Задаем частоту процессора
.EQU baudrate = 1200 // Задаем скорость UART
.EQU bauddivider = XTAL/(16*baudrate)-1
.DSEG // Сегмент ОЗУ
ADC_DATA: // Обозначаем хранилище результатов измерений
.BYTE 2 // Выделяем 2 байта под хранение результатов измерений
.CSEG // Программный сегмент
.ORG 0 // Указатель вектора RESET
JMP RESET // Переходим на RESET
.ORG $01C // Указатель вектора ADC_OK (Прерывание по выполнению конвертации АЦП)
JMP ADC_OK // Переходим на ADC_OK
RESET:
LDI R16, HIGH(RAMEND) // Инициализируем STACK
OUT SPH, R16
LDI R16, LOW(RAMEND)
OUT SPL, R16
LDI R16, LOW(bauddivider) // Инициализируем UART
OUT UBRRL, R16
LDI R16, HIGH(bauddivider)
OUT UBRRH, R16
LDI R16, 0 // Инициализируем АЦП
OUT UCSRA, R16
LDI R16, (1<<TXEN)
OUT UCSRB, R16
LDI R16, (1<<URSEL)|(1<<UCSZ0)|(1<<UCSZ1)
OUT UCSRC, R16
SER R16 // Заполняем регистр
OUT DDRC, R16 // Порт С на выход (для проверки результатов измерений)
LDI R16, 0b01100000 // REFS = 01 контролирует откуда берется опорное напряжение; ADLAR =
1 выбираем выравнивание по левой границе
OUT ADMUX, R16 // мультиплексор на вывод ADC0, биты MUX = 00000
LDI R16, 0b11011111 // ADEN = 1 разрешаем АЦП; ADSC = 1 старт конвертации; ADIF, ADIE =
11
OUT ADCSRA, R16 // разрешают прерывание, ADPS = 111 предделитель АЦП(смотри тех.док.)
SEI // Разрешаем глобально прерывания
MAIN:
LDS R16, ADC_DATA // Заполняем регистр данными полученными с АЦП
OUT UDR, R16 // Выгружаем регистр R16 в UART Data Register
RJMP MAIN
ADC_OK: // Прерывание АЦП
CLI // запрещаем прерывания
IN R17, ADCL
IN R18, ADCH
STS ADC_DATA, R18 // Сохраняем данные с R18 в ОЗУ
ADC_EXIT: // Выход из прерывания
LDI R16, 0b01100000 // Снова заряжаем АЦП, по аналогии как в предварительных настройках
OUT ADMUX, R16
LDI R16, 0b11011111
OUT ADCSRA, R16
SEI
RETI
```

Приложение Б

(Обязательное)

Программный код для микроконтроллера ESP8266

```
#include <ESP8266WiFi.h>

const char* ssid = "test_network";
const char* password = "13371337";

float value;
float voltage;

WiFiServer server(80);

void setup()
{
  Serial.begin(1200);
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to "); // "Подключаемся к "
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected"); // "Подключение к WiFi выполнено"
  server.begin();
  Serial.println("Web server running. Waiting for the ESP IP...");
  // "Веб-сервер запущен. Ожидание IP-адреса ESP..."
  delay(10000);
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

float getvalue() {
  if (Serial.available())
  {
    value = Serial.read();
    voltage = (value * 5) / 256;
    Serial.print("Voltage: ");
    Serial.print(voltage, DEC);
    Serial.println(" V");
  }
  delay(100);
}

void loop()
{
  WiFiClient client = server.available();
  if (client) {
    Serial.println("New client"); // "Новый клиент"
    boolean blank_line = true;
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
```

```

    if (c == '\n' && blank_line) {
        getvalue();
        client.println("HTTP/1.1 200 OK");
        client.println("Content-Type: text/html");
        client.println("Connection: close");
        client.println();
        client.println("<!DOCTYPE HTML>");
        client.println("<html>");
        client.println("<head></head><body><h1>ESP8266 - Voltage</h1><h3>Voltage: ");
        client.println(voltage);
        client.println("V</h3></body></html>");
        break;
    }
    if (c == '\n') {
        blank_line = true;
    }
    else if (c != '\r') {
        blank_line = false;
    }
}
}
delay(1);
client.stop();
Serial.println("Client disconnected.");
}
}

```

Приложение В

(Обязательное)

Алгоритм для программного кода ATmega16A

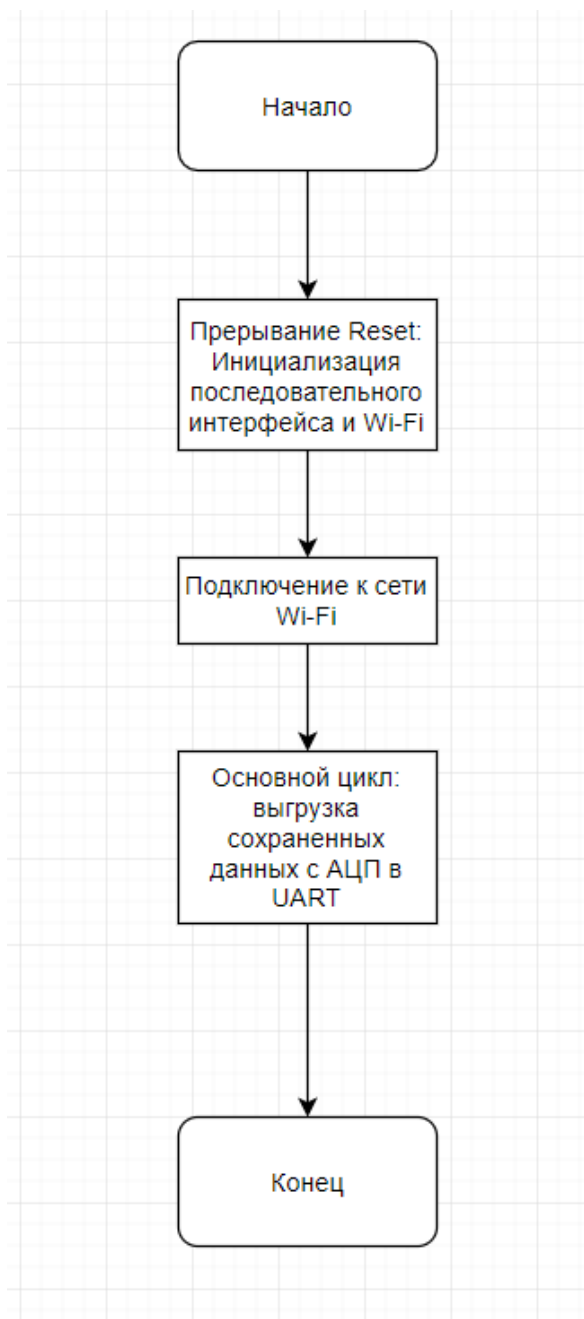


Рисунок В.1 – Алгоритм для программного кода ATmega16A

Приложение Г

(Обязательное)

Алгоритм для программного кода ESP8266

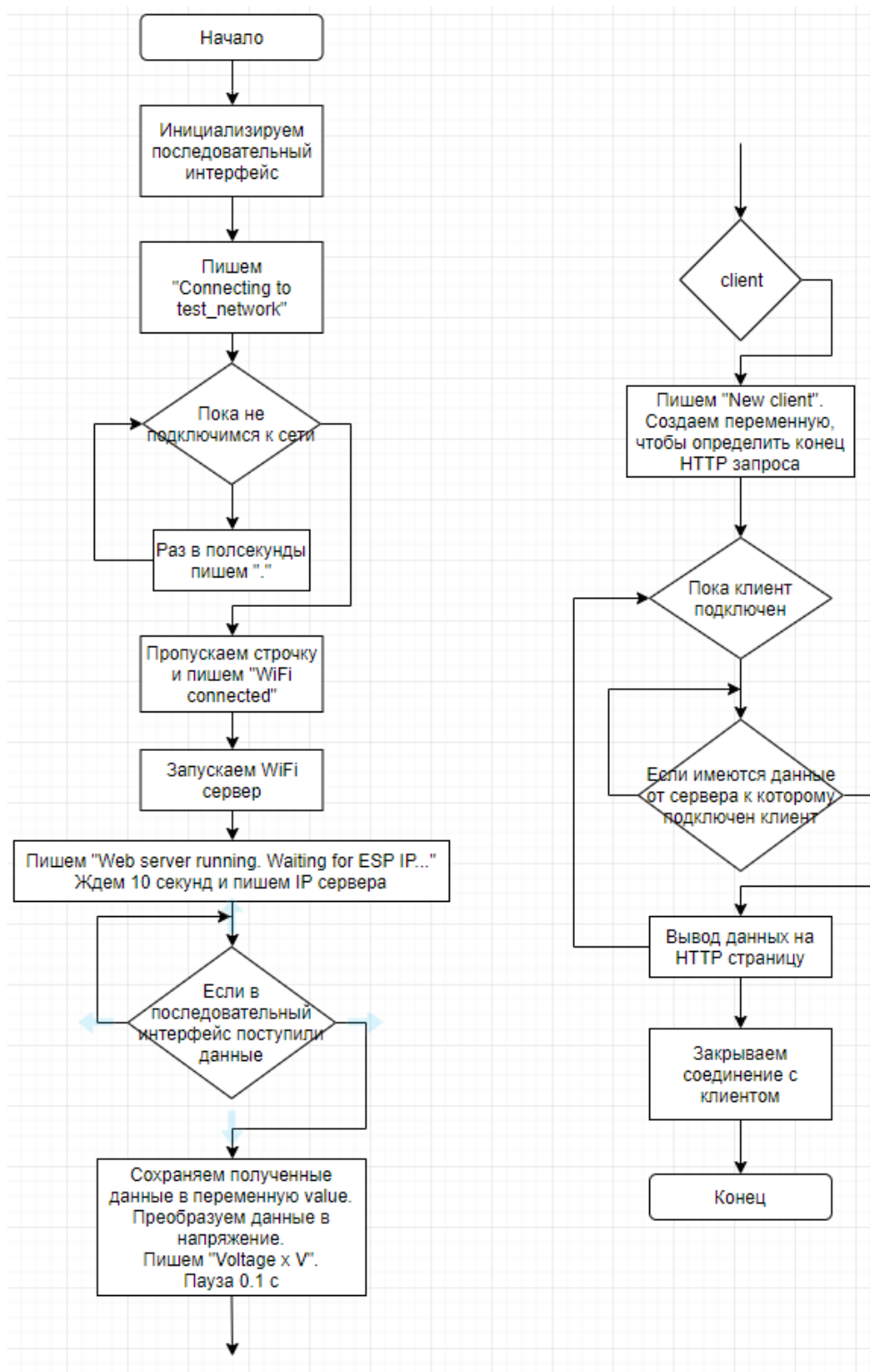


Рисунок Г.1 – Алгоритм для программного кода ESP8266

Приложение Д

(Обязательное)

«Должностные оклады профессорско-преподавательского состава с

01.06.2016 г.»



870

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

ПРИКАЗ

25.05.2016

№ 5994

г. Томск

В соответствии с Едиными рекомендациями на 2016 год, утвержденными решением Российской трехсторонней комиссии по урегулированию социально-трудовых отношений от 25 декабря 2015 года, письмом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 мая 2016 года № АП-725/02, в целях развития кадрового потенциала, повышения престижности и привлекательности педагогической профессии

приказываю:

§ 1

Установить с 01.06.2016 года должностные оклады профессорско-преподавательского состава в размере:

Должность	Степень	ПКГ	Оклад (без учета РК), руб.
заведующий кафедрой	дн	ППС 5	38 800
заведующий кафедрой	кн	ППС 5	33 800
профессор, профессор-консультант	дн	ППС 4	36 800
профессор, профессор-консультант	кн	ППС 4	32 500
профессор, профессор-консультант	нет	ППС 4	29 200
доцент	дн	ППС 3	31 000
доцент	кн	ППС 3	26 300
доцент	нет	ППС 3	23 000
старший преподаватель	кн	ППС 2	23 100

Приложение Е

(Обязательное)

Принципиальная электрическая схема отладочной платы Pinboard II rev.3