

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы дистанционного web-управления на базе микрокомпьютера Raspberry Pi

УДК 004.774.6:004.382.7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7Б	Брейнерт Александр Вячеславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Максим Владимирович	Доцент, к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	Доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Евгений Иванович	Доцент, к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомлённость о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний, и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Максим Владимирович	Доцент, к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Евгений Иванович	Доцент, к.т.н.		

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Громаков Е. И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т7Б	Брейнерт Александр Вячеславович

Тема работы:

Разработка системы дистанционного web-управления на базе микрокомпьютера Raspberry Pi	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none"> - Техническая документация по одноплатному микрокомпьютеру Raspberry Pi 3 - Техническая документация по драйверу L298N - Техническая документация по датчику температуры и влажности DHT22 - Интернет-ресурсы по использованию программной среды Qt
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Компоненты устройства системы web-управления: - Оборудование для реализации устройства Реализация устройства системы web-управления: - Реализация аппаратной части устройства - Реализация передачи данных через интернет - Реализация программной части web-интерфейса - Тестирование работоспособности устройства
Перечень графического материала	Презентация в формате *.pptx
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Аверкиев Алексей Анатольевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.04.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Максим Владимирович	К.Т.Н.		

Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович			
---------------------	-----------------------------	--	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7Б	Брейнерт Александр Вячеславович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т7Б	Брейнерт Александру Вячеславовичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Бюджет проекта – не более 202 483,18 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 121 601,36 руб.</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Районный коэффициент – 1,3 Коэффициент дополнительной заработной платы – 0,15 Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 0,302 Коэффициент накладных расходов – 0,16</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1. Описание потенциальных потребителей. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. SWOT-анализ.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>1. Описание структуры работ в рамках научного исследования. 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования. 3. Расчет общего бюджета проекта</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>1. Обоснование невозможности проведения оценки экономической эффективности НИ.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7Б	Брейнерт Александр Вячеславович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т7Б	Брейнерт Александр Вячеславович

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Разработка системы дистанционного web-управления на базе микрокомпьютера Raspberry Pi.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: система управления вентиляцией. Рабочая зона: закрытое помещение. Прибор: система вентиляции помещения, микрокомпьютер Raspberry Pi. Область применения: зона с вредными и опасными факторами.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.01.2001 N 197-ФЗ - ГОСТ 12.2.032-79 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». - ГОСТ 12.2049-80 «ССБТ. Оборудование производственное». - ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения. - ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума; - повышенный уровень общей вибрации; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - электромагнитные излучения; - отклонение показателей микроклимата; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: загрязнение атмосферы объектом исследования не выявлено. Гидросфера: загрязнение гидросферы объектом исследования не выявлено. Литосфера: выявление загрязнения литосферы объектом исследования: утилизация оборудования
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар, взрыв, угроза взрывов.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7Б	Брейнерт Александр Вячеславович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 83 страницы, 22 рисунка, 19 таблиц, 19 источников.

Ключевые слова: web-интерфейс, Raspberry Pi, дистанционное управление, управление микроклиматом, интернет вещей.

Целью работы является разработка более дешевой и удобной для настройки системы управления микроклиматом в помещении. Разработанное устройство осуществляет прием и передачу информации с датчика на web-интерфейс при помощи сети интернет. Объектом исследования является Raspberry Pi, для которого разрабатывается web-интерфейс.

В рамках данной научно-исследовательской работы представлена разработка веб-интерфейса, дающая возможность операторам, находящимся на производстве, осуществлять управление микроклиматом помещения, а также контроль параметров микроклимата. Управление и контроль осуществляются при помощи любого устройства (смартфон, ноутбук, ПК), имеющего доступ в интернет, в связке с разработанным устройством и ПО.

Результатом работы является опытный образец, в котором реализован базовый функционал, осуществляющий прием, передачу и управление параметрами температуры и влажности в помещении при помощи сети интернет.

Область применения: объекты промышленного производства, помещения с вредными и опасными факторами для жизни людей.

Значимость работы заключается в повышении безопасности персонала производства за счет внедрения недорогого решения web-интерфейса.

В будущем планируется модификация устройства путем расширения его функционала.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ВЫБОР АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ.....	14
1.1 Аппаратная структура.....	16
1.2 Настройка аппаратной платформы Raspberry Pi.....	18
1.3 Настройка датчика DHT22.....	22
2 СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА СЕРВЕРА ДЛЯ WEB-УПРАВЛЕНИЯ.....	24
2.1 Создание сервера.....	24
2.2 Настройка WebIOPi.....	32
2.3 Настройка на Raspberry Pi веб-сервера Apache.....	34
3 РАЗРАБОТКА WEB-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.....	37
4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ДИСТАНЦИОННОМУ WEB-УПРАВЛЕНИЮ.....	39
4.1 Установка утилит Apache.....	39
4.2 Создание файла паролей.....	39
4.3 Настройка авторизации Apache.....	40
4.4 Настройка авторизации через виртуальный хост.....	40
4.5 Тестирование авторизации.....	41
5 СОЗДАНИЕ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО WEB- УПРАВЛЕНИЯ.....	43
5.1 Установка среды QtCreator для создания android приложений.....	43
5.2 Создание интерфейса для Android приложения.....	44
5.3 Тест запуска приложения на реальном устройстве.....	44
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	46
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	46
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	47
6.1.3 SWOT-анализ.....	49
6.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	51

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	51
6.2.2 Разработка графика проведения научного исследования	52
6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	57
6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	57
6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование	59
6.3.3 Основная и дополнительная заработные платы исполнителей	59
6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	61
6.3.5 Накладные расходы	62
6.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	62
6.4 Оценка экономической эффективности проекта	63
Вывод по разделу	63
7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	65
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	65
7.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	65
7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	66
7.2 Производственная безопасность	66
7.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	66
7.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов	68
7.3 Экологическая безопасность.....	70
7.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	70
7.3.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду	71
7.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	71
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
7.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	72
7.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	74
Вывод по разделу	75

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
Список литературы и источников	77
Приложение А	79

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции развития промышленной отрасли, дают представление о том, что в наше время неотъемлемой частью автоматизации является сбор данных, отображение, полученной информации и удаленное управление объектами. Цель управления так или иначе связывается с изменением во времени регулируемых параметров – выходных параметров управляемого объекта, также последующим сбором данных о состоянии системы и отображением полученной информации.

В данный момент множество компаний, как в России, к примеру, компании Reallab и Овен, так и за рубежом осуществляют производство оборудования для автоматизации именно по представленным выше критериям.

В данной работе рассмотрен процесс создания веб-интерфейса с использованием дистанционного доступа к данным из любой точки мира и с любого устройства. Под процессом создания подразумевается осуществление сравнительного анализа существующих на рынке аппаратных платформ, которые бы имели возможность быть программируемыми под цели и задачи пользователя, а также удовлетворяли бы требованиям к техническим характеристикам. Помимо этого, сюда входит разработка программного обеспечения, осуществляющего передачу данных между веб-интерфейсом и датчиком микроклимата в помещении, а также возможность ручного или автоматического управления системой вентиляции.

В ходе выполнения работы разработан опытный образец, выполняющий базовый функционал дистанционного web-управления вентиляцией.

1 ВЫБОР АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Разработанный веб-интерфейс представляет собой панель контроля и управления климатом в помещении, подключенную к универсальной аппаратной платформе, на которой происходит прием и обработка информации с датчика и ее отображение на интерфейсе. Данные операции предполагают наличие у аппаратной платформы достаточно больших вычислительных мощностей. Таким образом, для разработки данного устройства одной из важнейших характеристик платформы будет являться ее вычислительная мощность. Также, немаловажным фактором является цена выбираемой платформы.

Для проведения сравнительного анализа в ходе поиска оптимального решения были выбраны наиболее популярные платформы такие как Cubieboard3, Khadas VIM, Raspberry Pi 3, Pocket C.H.I.P.

В таблице 1 приведена сводная информация по характеристикам рассматриваемых устройств.

Таблица 1 – Сравнительный анализ аппаратных платформ

Наименование устройства	CPU	RAM	Порты и интерфейсы	Стоимость
Cubieboard3	2 ГГц	2 ГБ	IR, USB 2.0 x2, eSATA, HDMI	89\$
Khadas VIM	2 ГГц	2 ГБ	USB, Ethernet	55\$
Raspberry Pi 3	1,4 ГГц	1 ГБ	HDMI, USB, Ethernet, КОМПЗИТНЫЙ ВЫХОД	45\$
Pocket C.H.I.P.	1 ГГц	512 МБ	HDMI, VGA	69\$

Исходя из результатов анализа, приведенных в таблице 1, устройство Raspberry Pi 3 является наиболее оптимальным решением задачи выбора платформы.

Raspberry Pi 3 – одноплатный компьютер, имеющий небольшие габариты, но при этом функциональные возможности, доступные мощным настольным системам (рисунок 1). Такой набор характеристик делает данное устройство хорошим вариантом для использования в качестве аппаратной платформы для разрабатываемого устройства [1].

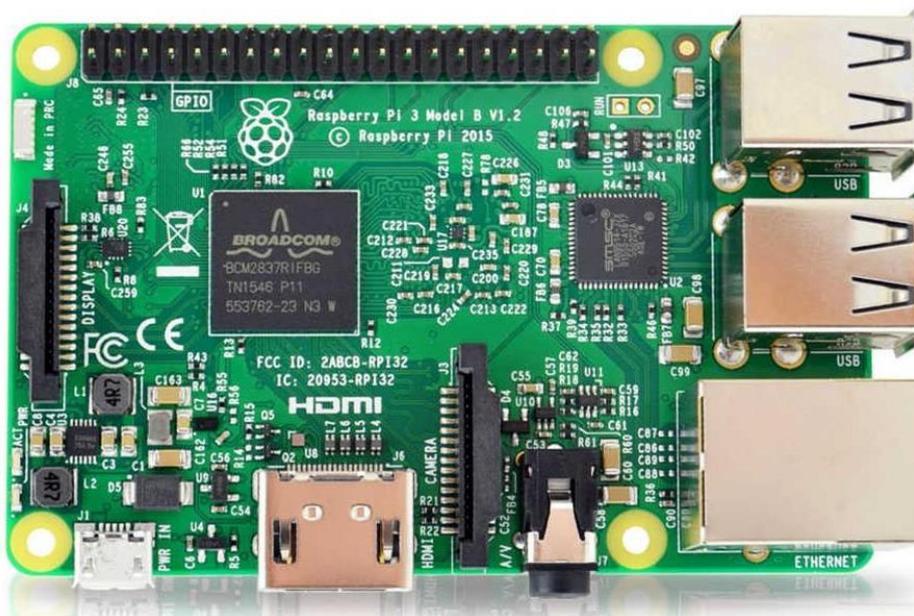


Рисунок 1 – Raspberry Pi 3

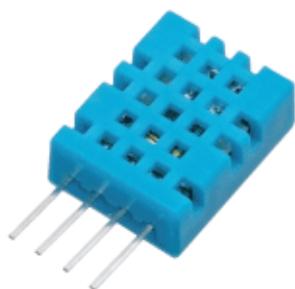
Данная аппаратная платформа поддерживается следующим набором операционных систем [1]:

- Raspbian, являющаяся официальным вариантом Debian;
- Windows 10 IoT, являющаяся достаточно урезанной версией;
- Ubuntu MATE;
- Debian Wheezy;
- Fedora Remix;
- OSMC;
- RISC OS

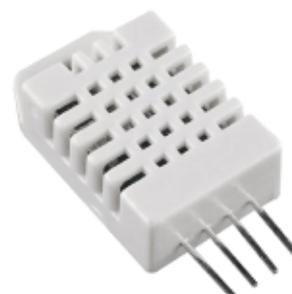
В рамках данной работы было принято решение использовать операционную систему Raspbian, в связи со своей оптимизированностью для процессоров ARM, которые используются в линейке микрокомпьютеров Raspberry Pi.

1.1 Аппаратная структура

Для измерения показателей микроклимата необходим датчик температуры и влажности. Для нашего проекта был выбран датчик DHT22, так он отличается большим диапазоном и точностью измерения температуры и влажности. Сравнительная характеристика данных двух датчиков представлена далее.



DHT11



DHT22

0 - 50°C / ± 2°C	<i>Temperature Range</i>	-40 - 125 °C / ± 0.5 °C
20 - 80% / ± 5%	<i>Humidity Range</i>	0 - 100 % / ± 2-5%
1Hz (one reading every second)	<i>Sampling Rate</i>	0.5 Hz (one reading every two seconds)
15.5mm x 12mm x 5.5mm	<i>Body Size</i>	15.1mm x 25mm x 7.7mm
3 - 5V	<i>Operating Voltage</i>	3 - 5V
2.5mA	<i>Max Current During Measuring</i>	2.5mA

Рисунок 2 – Сравнение датчиков DHT11 и DHT22

Кроме того, необходимо выбрать два электродвигателя, имитирующие подачу холодного и горячего воздуха. Были выбраны два бесколлекторных двигателя постоянного тока с напряжением 12 вольт.

Для подключения и управления такими электродвигателями необходим драйвер, был выбран драйвер L298N. Основными критериями при выборе драйвера были:

- поддержка входного напряжения в 12 вольт;
- возможность подключения сразу двух электродвигателей;
- невысокая цена;
- доступность для покупки.

Для питания платы драйвера и самих электродвигателей был выбран переносной аккумулятор с выходным напряжением 12 вольт и емкостью заряда 3000 mAh.

Таким образом, разработанный прототип системы в своем составе имеет основные аппаратные компоненты:

- микрокомпьютер Raspberry Pi 3;
- датчик измерения температуры и влажности DHT22;
- драйвер управления двумя электродвигателями постоянного тока L298N;
- два бесколлекторных электродвигателя постоянного тока 12 V;
- переносной аккумулятор 12 V, 3000 mAh.

На рисунке 3 представлена схема подключения всех устройств между собой.

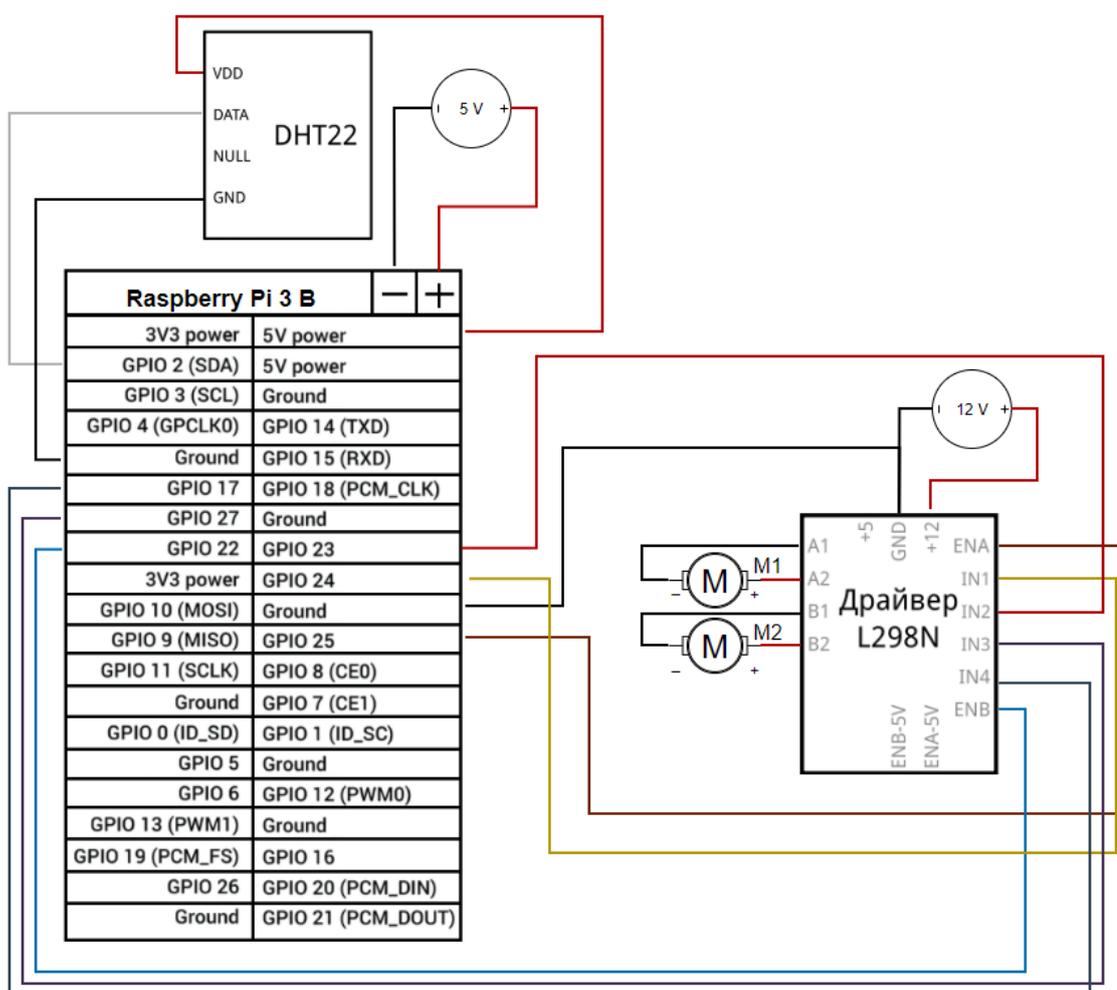


Рисунок 3 – Схема подключения

1.2 Настройка аппаратной платформы Raspberry Pi

Первым этапом настройки программного обеспечения платформы является установка и обновление операционной системы Raspbian. Для осуществления обновления, а затем, и для последующих программных манипуляций, используется терминал при подключенном к сети Интернет микрокомпьютере.

При помощи программы Win32DiskImager устанавливаем операционную систему Raspbian OS на SD карту. После успешного завершения установки вставляем SD карту в Raspberry Pi. Подключаем USB кабель питания, а также подсоединяем Raspberry Pi к ПК посредством кабеля Ethernet. Для обновления программного обеспечения на Raspberry Pi потребуется доступ к сети Интернет. Для этого необходимо настроить сетевой мост между ноутбуком, к которому подключено устройство и Raspberry [10].

Перейдем в «центр управления сетями и общим доступом», затем откроем вкладку «изменение параметров адаптера» (рисунок 4).

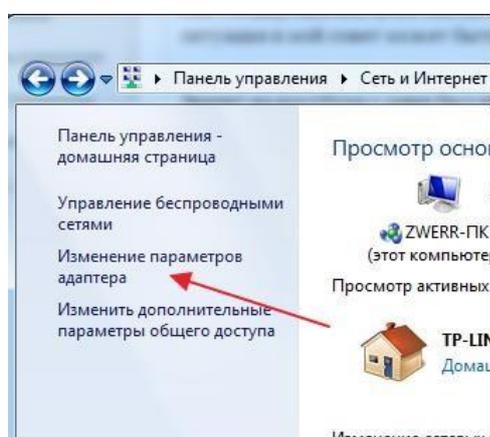


Рисунок 4 – Изменение параметров адаптера

Теперь настроим сетевой мост (рисунок 5).

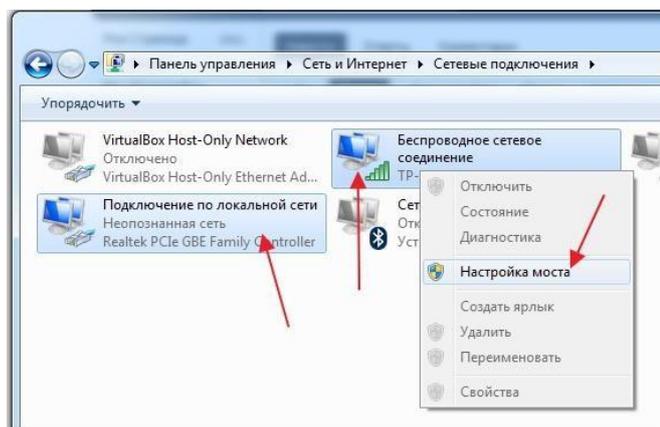


Рисунок 5 – Настройка сетевого моста

Ждем, когда Windows создаст мост для подключений. На рисунке 6 представлен результат создания сетевого моста.

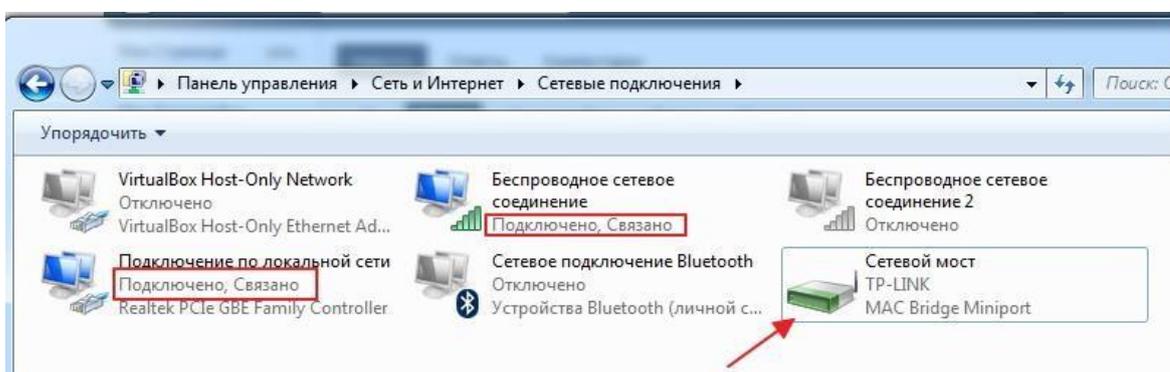


Рисунок 6 – Результат создания сетевого моста

Теперь необходимо узнать IP нашего Raspberry Pi. Для этого воспользуемся программой Advanced IP Scanner. Запустив данную программу, нажмем «сканировать». И через некоторое время получим список устройств, подключенных к локальной сети (рисунок 7).

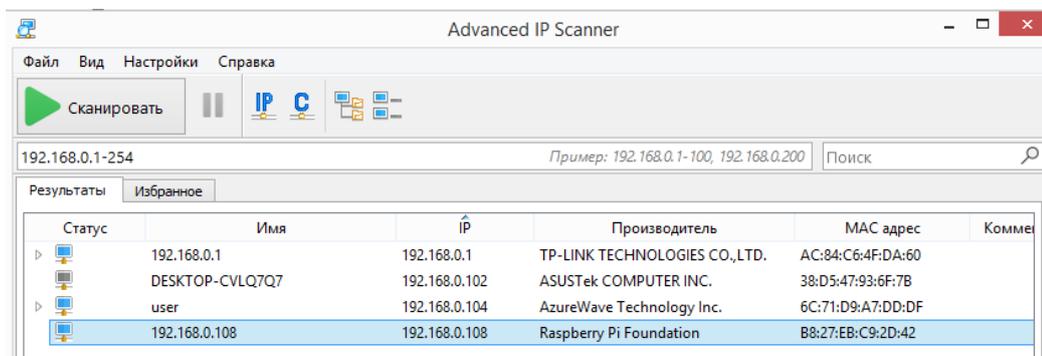


Рисунок 7 – Результат сканирования локальной сети

Затем подключимся к Raspberry Pi для выполнения окончательных настроек ОС. Для этого подключимся к Raspberry Pi при помощи программы PuTTY.

Запустим PuTTY и введем IP адрес Raspberry, полученный на предыдущем этапе (рисунок 8).

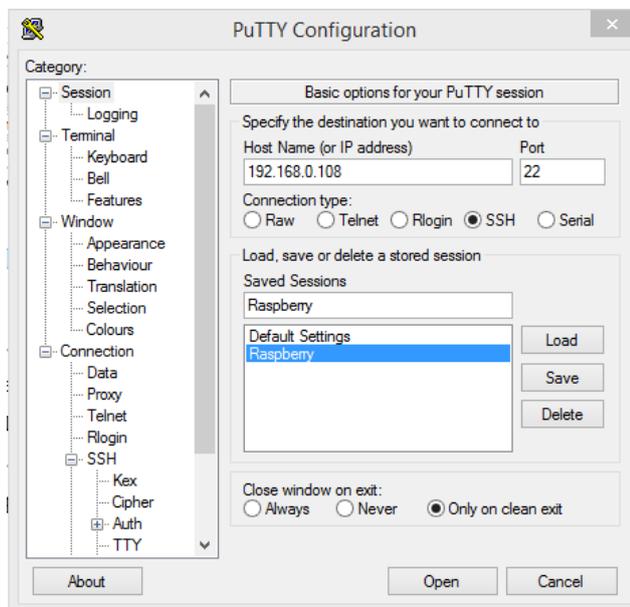


Рисунок 8 – Подключение к Raspberry через PuTTY

Также, необходимым условием подключения к устройству является включение настройки «Enable X11 Forwarding» в программе PuTTY, в разделе Connection / SSH / X11 (рисунок 9).

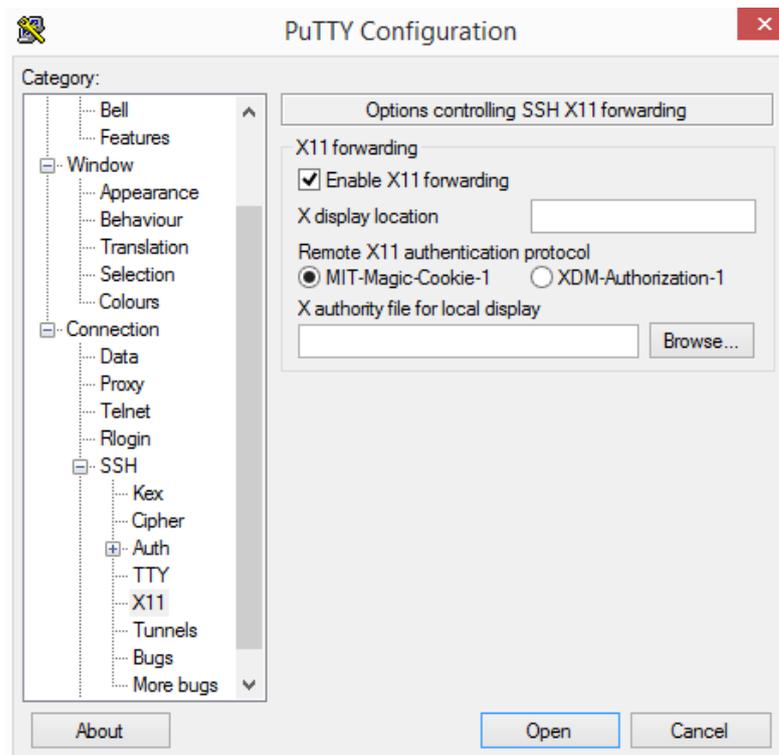


Рисунок 9 – Настройка SSH

Теперь можно осуществить подключение к Raspberry Pi. В окне терминала необходимо ввести логин «pi» и пароль «raspberrypi» (рисунок 10).

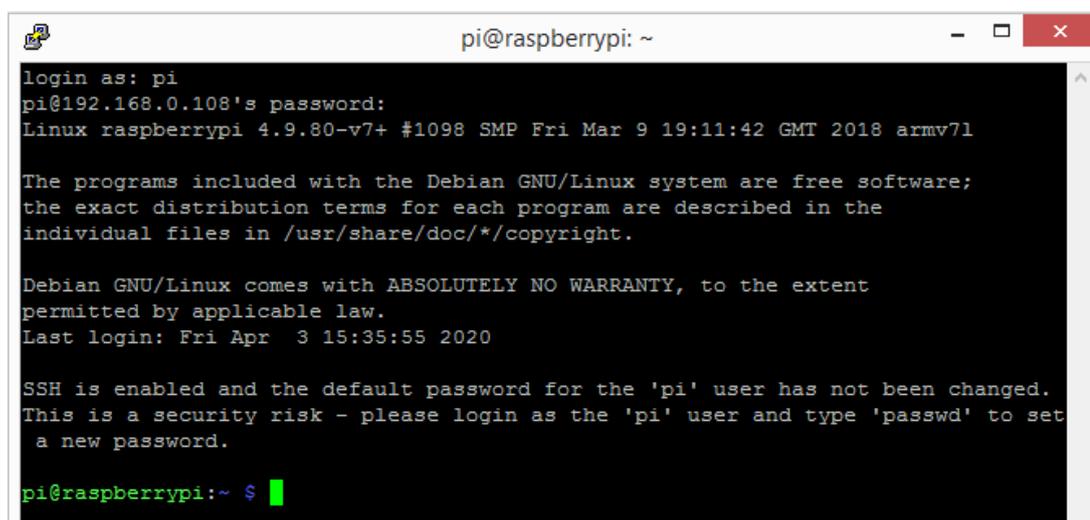


Рисунок 10 – Подключение к Raspberry Pi

После ввода логина и пароля произойдет подключение к окну терминала. Для запуска программы настройки Raspberry Pi введем следующую команду:

```
sudo raspi-config
```

После запуска настройки Raspberry Pi, перейдем к функции «Expand Filesystem» (рисунок 11), а после, проделанной процедуры, перезагрузим устройство и снова подключимся к Raspberry Pi.

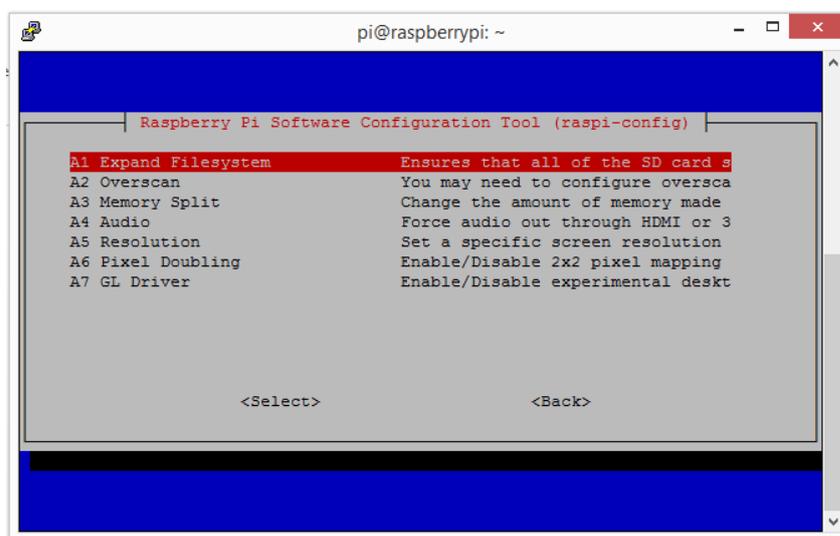


Рисунок 11 – Расширение файловой системы

Затем, для обновления всего установленного программного обеспечения, используем следующие команды:

```
sudo apt-get  
update sudo
```

1.3 Настройка датчика DHT22

Для измерения текущей температуры и влажности воздуха было необходимо подключить датчик температуры и влажности DHT22. Одними из самых распространенных датчиков измерения температуры и влажности являются DHT11 и DH22.

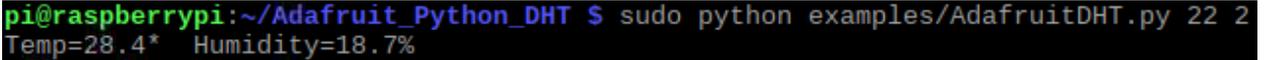
Так как нам потребуется снимать показания с датчика DHT22 о текущей температуре и влажности в помещении, то необходимо произвести установку модуля Adafruit Python DHT:

```
sudo apt-get install build-essential python-dev  
git clone  
https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_DHT.git  
cd Adafruit_Python_DHT
```

```
sudo python setup.py install
```

Проверяем работу датчика командой:

```
cd Adafruit_Python_DHT  
sudo python examples/AdafruitDHT.py 22 2
```



```
pi@raspberrypi:~/Adafruit_Python_DHT $ sudo python examples/AdafruitDHT.py 22 2  
Temp=28.4* Humidity=18.7%
```

Рисунок 12 – Снятие текущих показателей с датчика

2 СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА СЕРВЕРА ДЛЯ WEB-УПРАВЛЕНИЯ

2.1 Создание сервера

Нам необходимо создать сервер, доступ к которому будет возможен с любого подключенного к локальной сети устройства по IP-адресу нашего микрокомпьютера Raspberry Pi.

Для этого нам понадобится:

- Raspberry Pi 3 Model B;
- локальная сеть.

Также необходимо, чтобы на Raspberry был установлен PHP-интерпретатор и веб-сервер. А при создании интерфейса веб-сервера будем использовать такие технологии, как:

- HTML;
- CSS;
- PHP.

Язык разметки HTML – основа любой веб-страницы. При помощи HTML-тегов можно задавать параграфы и вставлять картинки, HTML-тегами также задаются гиперссылки и многое другое.

CSS (каскадные таблицы стилей) необходимы для придания веб-странице подобающий красивый вид. Шрифты и их размер, рамки, кнопки, вертикальные и горизонтальные меню – все это и многое другое задается при помощи таблиц стилей CSS.

PHP – веб-ориентированный язык программирования. Это более профессиональная вещь, чем HTML, которая позволяет создавать веб-приложения и выполнять команды на сервере. Если требуется удаленно выполнить на Raspberry Pi какую-то команду нажатием на кнопку в веб-интерфейсе, то это осуществимо именно через PHP-интерпретатор.

Перед тем как приступить к работе, нужно определиться с желаемым результатом.

Веб-интерфейс должен:

- представлять доступ ко всем функциям сервера на Raspberry Pi в удобном виде;
- должным образом отображаться на мобильных устройствах и быть удобным для управления с сенсорного экрана;
- обладать приятным дизайном.

Содержимое любой веб-страницы находится между тегами `<html>` (открывающий тег) и `</html>` (закрывающий тег). Внутри основных тегов будут еще 2 тега – шапка страницы и тело страницы. В шапке страницы содержится служебная информация. А тело страницы – это то, что мы в конечном счете будем видеть в браузере.

В папке `/var/www/` на Raspberry Pi создадим (или откроем для редактирования) файл `index.html`:

```
sudo nano /var/www/html/index.html
```

Поставим открывающий тег `<html>` и запишем шапку сайта:

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=utf-8" />
<title>Raspberry Pi</title>
</head>
```

В данном фрагменте мы располагаем информацию для браузера о кодировке страницы и ее заголовке.

Создаем тело страницы:

```
<body>
<h1 align="center">Домашний сервер на Raspberry Pi
3</h1>
<nav role='navigation'>
```

```
<a href="ССЫЛКА1">RPi-Monitor</a>
<a href="ССЫЛКА2">GPIO</a>
</nav>

<ul id="navbar">
  <li><a href="ССЫЛКА3">[Status]</a></li>
  <li><a href="ССЫЛКА4">[Reboot]</a></li>
</ul>

</body>
</html>
```

Сверху находится заголовок, заключенный в теги заголовка первого уровня H1 и выровнен по центру страницы.

Далее идут два меню. Первое из них будет располагаться вертикально, а второе горизонтально. Оба меню тоже заключены в своеобразные контейнеры из открывающего и закрывающего тегов. И в самом конце идет закрывающий тег общего контейнера `</html>`, внутри которого находятся и шапка страницы (`head`) и тело страницы (`body`).

Основа страницы готова. В нее были включены гиперссылки на основные самые часто выполняемые Raspberry, как сервером, функции – мониторинг показателей системы и фреймворк для работы с портами ввода-вывода Raspberry Pi.

После вертикального меню идет горизонтальное, которое отображается в виде одной строки. В ней находятся кнопки вывода краткого статуса системы (температура и `uptime`) и перезагрузки. Это вспомогательные команды. Они не нужны постоянно, и в идеальных условиях к их использованию не придется прибегать вообще. Но поскольку идеальных условий не существует, то просто сделаем так, чтобы они занимали как можно меньше места на странице, но все же сохраняли свою доступность.

Далее пропишем в пунктах меню конкретные ссылки вместо фрагментов «ССЫЛКА1», «ССЫЛКА2» и т.п., которые были написаны в примере кода выше.

Проблема в том, что веб-доступ к некоторым процессам, запущенным на Raspberry Pi, производится через обращение к портам, которые они прослушивают. RPi-Monitor, например, доступен по адресу `http://ip-адрес-raspberry-pi:8888`, на 8000 порту находится веб-интерфейс WebIOPi.

Стандартными средствами HTML сделать обращение к порту невозможно. Поэтому придется использовать java скрипты, которые будут подставлять номер порта в ссылку непосредственно в момент клика по ней.

По итогу вертикальное меню после вставки ссылок будет выглядеть следующим образом:

```
<a href=""
onclick="javascript:event.target.port=8888">RPi-
Monitor</a>
<a href="" onclick=
"javascript:event.target.port=8000">GPIO</a>
```

А так будут выглядеть ссылки на пункты горизонтального меню:

```
<li><a href="/status.php">[Status]</a></li>
<li><a href="/com-reboot.php">[Reboot]</a></li>
```

Вносим эти поправки в тело страницы `index.html`, на этом процесс создания основы веб-интерфейса можно будет считать завершенным.

Далее создадим кнопку, по нажатию которой в веб-интерфейсе наша Raspberry Pi получает команду на перезагрузку.

Для этого создаем php-файл:

```
sudo nano /var/www/html/com-reboot.php
```

В этом файле записываем:

```
<? php echo shell_exec("sudo reboot"); ?>
```

Данный код выполняет консольную команду «`sudo reboot`».

По тому же принципу создадим php-файл, выводящий краткий статус:

```
sudo nano /var/www/html/status.php
```

Записываем в него следующее:

```
<?php echo "<b>Uptime:  
</b> ".shell_exec("uptime")." <br />";  
echo "<b>System Info:  
</b> ".shell_exec("uname -a"). "<br />";?>
```

Этот код выводит на экран текст «Uptime:», затем выполняет консольную команду «uptime» и выводит на экран ее ответ. Затем переносит строку, со следующей строки выводит текст «System Info:», исполняет консольную команду «uname -a» и печатает ее ответ.

Все действия, связанные с работой веб-сервера в Raspbian, выполняются от пользователя pi. А в наших php-файлах оказались команды, которые должны выполняться с правами суперпользователя (sudo).

Пользователь pi не сможет запустить исполнение этих команд. Предоставим пользователю pi доступ к выполнению конкретного списка команд с правами суперпользователя без запроса пароля.

Для этого подкорректируем файл настроек:

```
sudo nano /etc/sudoers
```

И добавим в него строку:

```
%pi ALL=NOPASSWD: /sbin/reboot
```

После этого на сервере сможет выполняться команда «sudo reboot»

Осталось придать интерфейсу окончательный вид: чтобы меню отображались именно как меню, чтобы верстка была адаптивной, чтобы были выделения цветами и кнопками. Все это делается через CSS-стили.

Для начала нужно сделать так, чтобы все тексты в интерфейсе отображались красивым тонким шрифтом. После недолгих поисков выбор остановился на бесплатном шрифте Roboto:

ABCDEFGHIJKLM
NOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklm
nopqrstuvwxyz
0123456789
\$??+*!/=%"#@&_()
...?!\\|{}<>[]~^

Рисунок 13 – Шрифт Roboto

Добавим его к нашему веб-интерфейсу. Для этого в шапке файла `index.html` в любом месте после открывающего тега `<head>` вставляем:

```
<link  
href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:10  
0,300" rel="stylesheet">
```

Теперь этот шрифт можно использовать на странице. И если его нет в библиотеке шрифтов какого-то конкретного компьютера или смартфона, то он просто будет подгружаться с сервера Google Fonts.

Теперь сформируем таблицу стилей CSS:

```
<style type="text/css">  
body{  
background:#f1f1f1;  
}  
header, nav {  
text-align: center;  
margin: 20px 0;  
padding: 10px;  
}
```

```

nav a {
  font-family:'Roboto', Helvetica
  Neue,helvetica,arial,verdana,sans-serif;
  font-weight:200;
  font-size: 2.4em;
  text-decoration: none;
  background: #333;
  border-radius: 5px;
  color: white;
  padding: 3px 8px;
  display: block;
}
p{
font-family:'Roboto', Helvetica
Neue,helvetica,arial,verdana,sans-serif;
font-weight:200;
font-size: 2.8em;
line-height: 1.333em; /* 16px/12 =1.33em*/
margin-bottom: 1.25em; /* 15px/12 =1.25em*/
}
h1{
font-family:'Roboto', Helvetica
Neue,helvetica,arial,verdana,sans-serif;
margin:0px auto 0 auto;
font-size: 2.8em;
text-align:center;
font-weight:200;
color:#4b4b4b;
}
#navbar {
  font-family:'Roboto', Helvetica
  Neue,helvetica,arial,verdana,sans-serif;
  font-weight:200;
  font-size: 2.0em;
  text-align: center;
  text-decoration: none;
  background: #333;
  border-radius: 5px;
  color: white;
  padding: 3px 8px;
}
#navbar li { display: inline; }
#navbar a {
  color: #fff;
}

```

```
padding: 3px 8px;
text-decoration: none;
display: inline;
width: 100px;
}
</style>
```

Этот код целиком вставляем в шапку файла `index.html`. Данный код определяет светло-серый цвет фона, указывает, что тексты следует отображать шрифтом Roboto вместо стандартных, определяет размеры и форму меню, то есть полностью определяет, как будет на экране отображаться страница.

По итогу веб-интерфейс будет выглядеть в браузере компьютера следующим образом:

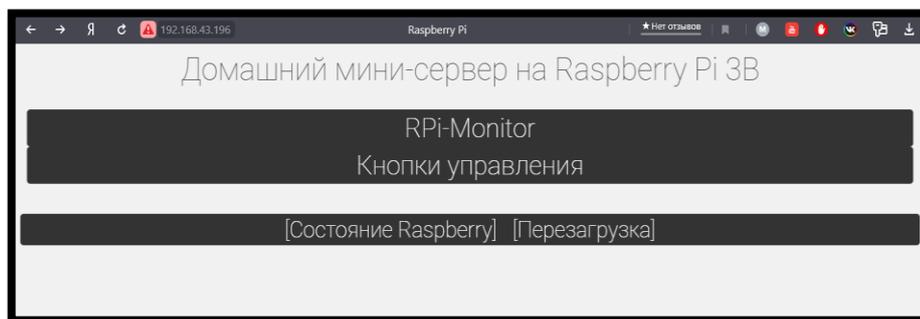


Рисунок 14 – Отображение созданного сайта в браузере ПК

А вот так – на экране смартфона:

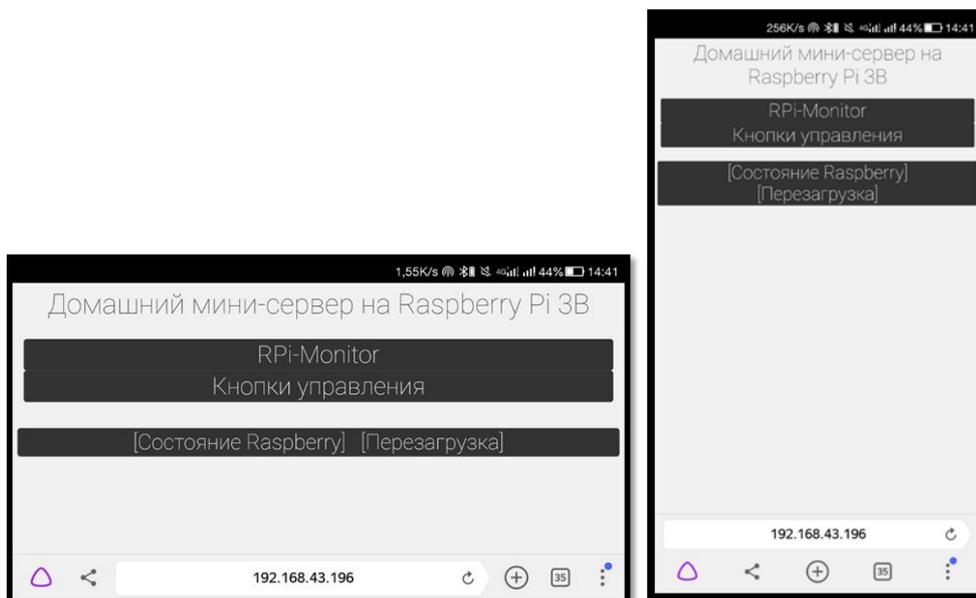


Рисунок 15 – Отображение созданного сайта в браузере смартфона
горизонтально и вертикально

2.2 Настройка WebIOPi

WebIOPi – это модуль для работы с портами ввода-вывода Raspberry Pi. Он позволяет осуществлять контроль и управление всеми портами GPIO локально или удаленно, из браузера или любого приложения.

Как было описано в разделе при создании веб-интерфейса, переход на страничку WebIOPi осуществляется через порт 8000. Настроим конфигурационный файл под нашу систему двигателей.

Таблица 2 – Необходимы пины для настройки

№ Pin Raspberry Pi	№ GPIO	Pin драйвера
16	GPIO23	IN2
18	GPIO24	IN1
22	GPIO25	ENA1
11	GPIO17	IN4
13	GPIO27	IN3
15	GPIO22	ENR1

Из данной таблицы нам необходимо пины GPIO23, GPIO24, GPIO17, GPIO27 настроить по умолчанию на OUT 0 (вывод), чтобы непосредственно пользователь изменял значения на 0 или 1. Так же пины GPIO22 и GPIO25 необходимо настроить на OUT 1 (вывод, вкл.), при этом заблокировать OUT для всех, чтобы пользователь не мог изменить конфигурацию пинов на IN. [2]

Открываем файл конфигурации:

```
sudo nano /etc/webiopi/config
```

В разделе [GPIO] производим настройку портов:

```
23 = OUT 0  
24 = OUT 0
```

```
17 = OUT 0
27 = OUT 0
22 = OUT 1
25 = OUT 1
11 = OUT 0
```

Изменять из браузера величины GPIO (низкий и высокий уровень пина), разрешаем, однако менять функции GPIO (нельзя менять OUT на IN) запрещаем. В разделе [REST] прописываем следующие строки:

```
gpio-export = 11
gpio-get-value = true
gpio-post-value = true
```

Сохраняем настройки командой Ctrl+O и выходим командой Ctrl+X.

Перезагружаем Raspberry Pi:

```
sudo reboot
```

Для настройки работы кнопок необходимо создать два файла. Первый файл назовем `rwmscript.py`, его необходимо расположить в следующей директории: `/home/pi/myproject/python/`. Скрипт данного файла размещен в приложении А.

Второй файл назовём `index.html`, его необходимо расположить в следующей директории: `/home/pi/myproject/html/`.

Далее необходимо снова отредактировать файл конфигурации WebIoPi командой:

```
sudo nano /etc/webiopi/config
```

Редактируем следующим образом:

```

[SCRIPTS]
# Load custom scripts syntax :
# name = sourcefile
# each sourcefile may have setup, loop and destroy functions and macros
myproject = /home/pi/myproject/python/rpiascript.py
#-----#

[HTTP]
# HTTP Server configuration
enabled = true
port = 8000

# File containing sha256(base64("user:password"))
# Use webiopi-passwd command to generate it
passwd-file = /etc/webiopi/passwd

# Change login prompt message
prompt = "WebIOPi"

# Use doc-root to change default HTML and resource files location
doc-root = /home/pi/myproject/html

# Use welcome-file to change the default "Welcome" file
# welcome-file = index.html

```

Рисунок 16 – Файл конфигурации WebIOPi

В разделе [SCRIPTS] в строке myproject необходимо указать путь на python файл. В разделе [HTTP] в строке doc-root необходимо указать путь на папку, в которой размещен html файл.

Перезагружаем WebIOPi сервис:

```
sudo nano /etc/webiopi/config
```

2.3 Настройка на Raspberry Pi веб-сервера Apache

Apache – это распространенное веб-серверное приложение, которое можно установить на Raspberry Pi и с его помощью обслуживать работу веб-страниц.

Apache умеет отображать HTML-файлы (через HTTP), а при подключении к нему дополнительных модулей, то он может выводить и динамические веб-страницы, используя при этом скриптовые языки (например, PHP). [3]

Для начала установим пакет apache2, для чего набираем в консоли следующее:

```
sudo apt-get install apache2 -y
```

По умолчанию при помощи apache2 наша Raspberry Pi выводит в качестве веб-страницы файл index.html, расположенный в директории

/var/www/. Именно такой файл и в такой директории находится созданная нами веб-страничка.

Однако вся эта система работает лишь в домашней сети. А что, если необходимо получить доступ к Raspberry Pi из внешней сети, к примеру, из другого конца города.

В таком случае подключим нашу систему к сервису Dataplicity. Данный сервис предоставляет доступ к удаленному серверу, который будет являться своеобразным посредником между устройством, с которого будет производиться попытка входа на наш веб-интерфейс, и непосредственно нашей Raspberry Pi. [4]

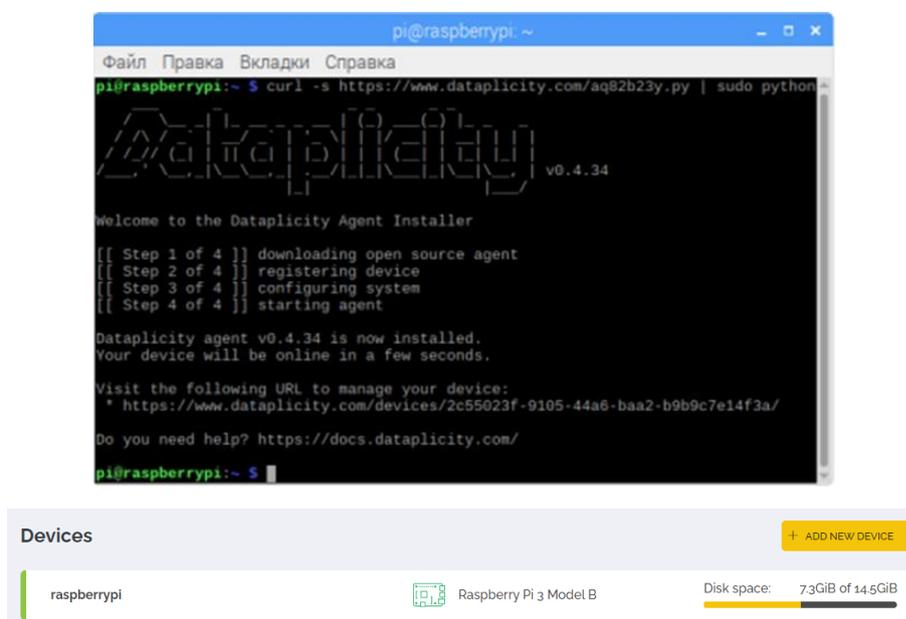


Рисунок 16 – Подключение Raspberry Pi к сервису remote.it

При помощи команды, которая выдается для каждого зарегистрированного пользователя индивидуально, устанавливаем связь между Raspberry Pi и сервисом Dataplicity (рис. 17).

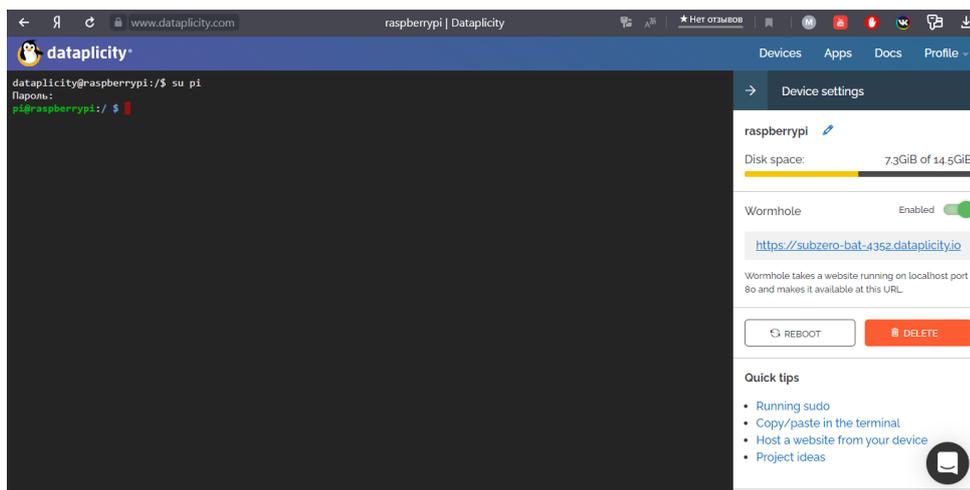


Рисунок 17 – Подключение устройства к сервису

Данный сервис предоставляет доступ к терминалу нашего устройства, а также функцию Wormhole, с помощью которой, переходя по предоставленной ссылке, можно удаленно подключиться к ранее созданному веб-интерфейсу.

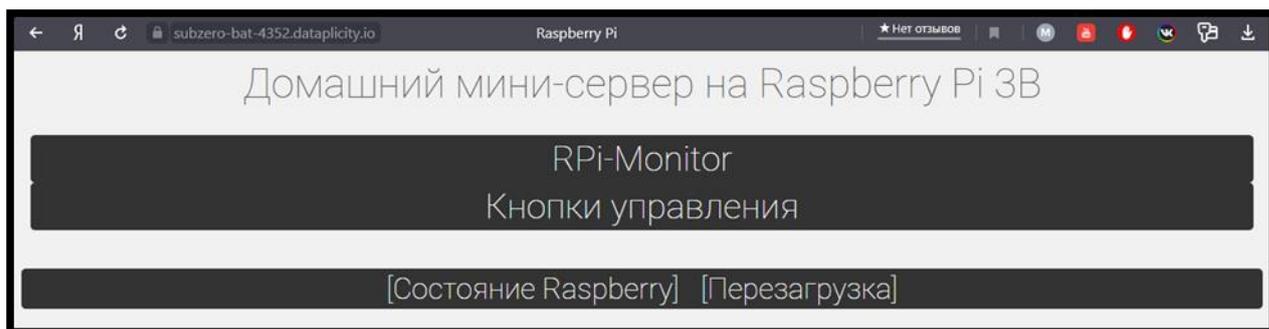


Рисунок 18 – Доступ к веб-интерфейсу по созданной ссылке

3 РАЗРАБОТКА WEB-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

При помощи языка разметки HTML, java скриптов и CSS-стиля, разработанного в разделе 2, создадим HTML файл, который будет отображать необходимые технологические параметры, а также методы их изменения (кнопки, переключатели, поля ввода данных).

Само управление электродвигателями будет осуществляться через обращение к пинам Raspberry Pi в программном коде Python. Листинг кода находится в приложении А.

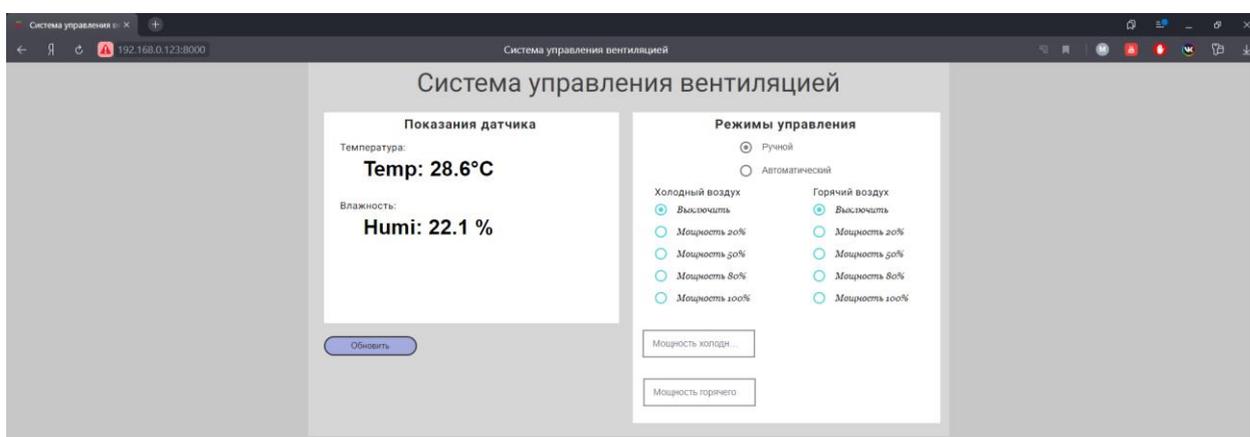


Рисунок 19 – Веб-интерфейс блока управления

Принцип работы данной системы:

Имеется 2 режима работы управления вентиляцией в помещении: ручной и автоматический. При использовании автоматического режима мы можем вручную включать вентилятор с холодным потоком воздуха и вентилятор с горячим потоком воздуха, задавать различную мощность данным вентиляторам, как кнопками, так и вводя в поле ввода желаемую мощность в процентах.

При использовании автоматического режима происходит постоянная проверка по температуре. Если температура воздуха выше 27 градусов Цельсия, то включается вентилятор с холодным потоком воздуха. Если температура воздуха ниже 22 градусов Цельсия, то включается вентилятор с

горячим потоком воздуха. Если же температура лежит в пределах от 22 до 27 градусов Цельсия, то никакой из вентиляторов не работает.

Кнопка «Обновить» служит для ручного обновления данных о текущей температуре и влажности воздуха, однако в это же время непрерывно каждые 20 секунд данные обновляются автоматически.

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ДИСТАНЦИОННОМУ WEB-УПРАВЛЕНИЮ

Для создания безопасного подключения к нашей системе через ранее созданный веб-интерфейс (рис. 20) будем использовать настройку авторизации на основе пароля.

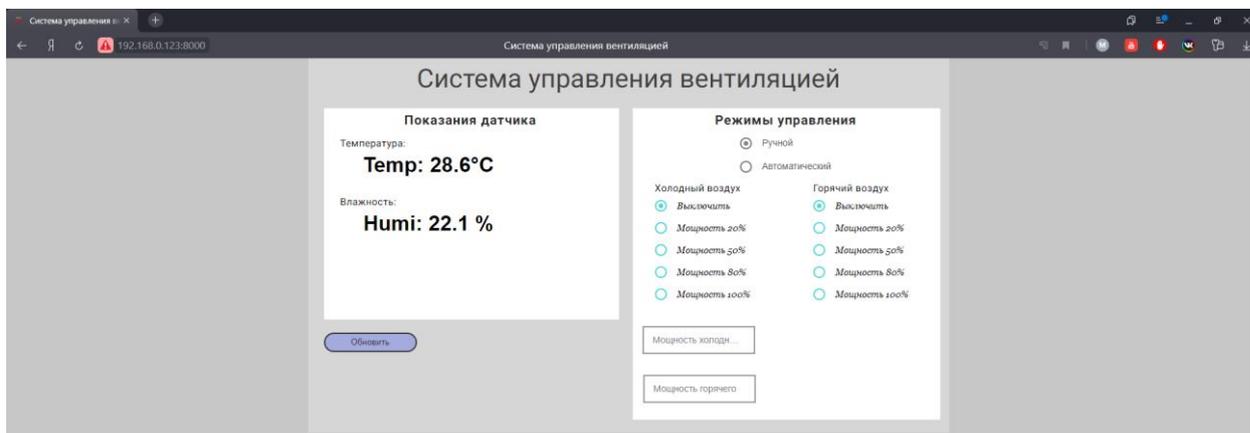


Рисунок 20 – Веб-интерфейс блока управления

4.1 Установка утилит Apache

Для создания файла, которая будет хранить пароли, необходима утилита `htpasswd`. Она содержится в пакете `apache2-utils`, его можно найти в репозитории Ubuntu.

Установите необходимые утилиты и сервер Apache2 при помощи команды:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install apache2 apache2-utils
```

4.2 Создание файла паролей

Теперь на сервере доступна команда `htpasswd`, позволяющая создать файл паролей, который необходим серверу Apache для авторизации пользователей. Создаем файл `.htpasswd` в каталоге `/etc/apache2/`:

```
sudo htpasswd -c /etc/apache2/.htpasswd 8host
```

Программа предложит создать и подтвердить пароль для этого пользователя.

Чтобы добавлять других пользователей в файл паролей, пишем команду:

```
sudo htpasswd /etc/apache2/.htpasswd another user
```

Файл паролей включает в себя имена пользователей и их пароли в зашифрованном виде:

```
cat /etc/apache2/.htpasswd
8host:$apr1$lzbsIfXG$tmCvCfb49vpPFwKGVyuYz.
another_user:$apr1$plE8MeAf$kiAhneUwr.MhAE2mKGYHK.
```

4.3 Настройка авторизации Apache

Нужный файл паролей создан, теперь необходимо провести настройку Apache для проверки этого файла перед обслуживанием закрытого контента.

Откорректируем настройки Apache и дополним информацию о файле паролей в виртуальный хост.

4.4 Настройка авторизации через виртуальный хост

Открываем файл виртуального хоста веб-сайта, доступ к которому необходимо ограничить.

```
sudo nano /etc/apache2/sites-enabled/000-default.conf
```

Этот файл выглядит следующим образом:

```
<VirtualHost *:80>
ServerAdmin webmaster@localhost
DocumentRoot /var/www/html
ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log
CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined
</VirtualHost>
```

В Apache авторизация настраивается по каталогам, найдем для этого раздел каталога, к которому нужно ограничить доступ, в блоке <Directory>:

```
/etc/apache2/sites-enabled/000-default.conf
<VirtualHost *:80>
ServerAdmin webmaster@localhost
DocumentRoot /var/www/html
ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log
CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined
<Directory "/var/www/html">
</Directory>
```

```
</VirtualHost>
```

В блоке данного каталога укажем тип авторизации, в данном случае – Basic. В параметре AuthName нужно указать имя области данных, отображаемое при запросе. Используем директиву AuthUserFile, для того чтобы указать файл паролей, который был создан ранее. Значение valid-user установим для директивы Require для разрешения доступа к контенту только тем пользователям, успешно прошедшие авторизацию.

```
<VirtualHost *:80>
ServerAdmin webmaster@localhost
DocumentRoot /var/www/html
ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log
CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined
<Directory "/var/www/html">
AuthType Basic
AuthName "Restricted Content"
AuthUserFile /etc/apache2/.htpasswd
Require valid-user
</Directory>
</VirtualHost>
```

Сохраняем и закрываем файл. Перезапускаем Apache, чтобы обновилась конфигурация.

```
sudo service apache2 restart
```

Контент, находящийся в данном каталоге, теперь защищен паролем.

4.5 Тестирование авторизации

Для того чтобы убедиться в защищенности паролем требуемых каталогов, попробуем получить доступ к контенту в веб-браузере. На экране появится форма авторизации, которая предлагает указать имя пользователя и пароль:

```
Authentication Required
The server requires a username and password. The
server says:
Restricted server.
User Name:
Password:
```

Вводим учётные данные зарегистрированных пользователей для получения доступа к контенту. Если будут получены неверные учётные данные, сервер вернёт ошибку «Unauthorized». Таким образом, контент сайта защищён с помощью пароля. [5]

5 СОЗДАНИЕ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО WEB-УПРАВЛЕНИЯ

5.1 Установка среды QtCreator для создания android приложений

Для создания Android приложения нам понадобится среда разработки, в которой мы это приложение будем создавать, поэтому сначала установим QtCreator на Raspberry Pi:

1. Скачиваем файлы:

```
qt installer
http://www.qt.io/download-open-source/
android sdk
https://developer.android.com/sdk/index.html
android ndk
https://developer.android.com/... index.html
```

2. Заходим в папку загрузок, даем файлам права на исполнение

```
chmod a+x *
```

3. Устанавливаем сначала qt, затем в папку установки распаковываем android ndk и sdk

4. Через терминал доустанавливаем JDK, ANT, SDK:

```
sudo apt-get install openjdk-7-jre
sudo apt-get install ant
cd QtInstallDir/android-sdk-linux/tools
./android update sdk --no-ui
```

5. Заходим в Qt, открываем меню "Инструменты" - "Параметры" - "Андроид", указываем правильные пути, например:

```
Android SDK Location: /home/johnsmith/dev/android-sdk-linux
Android NDK Location: /home/johnsmith/dev/android-ndk-r8e
JDK Location: /usr/lib/jvm/java-6-openjdk-i386
```

6. Если тестируем в живую, то подключим планшет к компьютеру и поставим галочку Enable USB Debugging

7. Настраиваем дополнительные параметры:

- ~/qt/android-sdk/tools\$./android;
- жмем Unselect All;

- выбираем необходимую версию Android, например, 9.0;
- отмечаем SDK Platform и ARM EABI v7a System Image;
- нажимаем Install packages;
- QtCreator - Инструменты - Параметры - Android - Управление AVD - добавить;
- выбираем armeabi-v7a, остальное по желанию, жмем ОК.

В итоге имеем установленный и настроенный для создания Android приложений QtCreator. [6]

5.2 Создание интерфейса для Android приложения

Путем добавления на окно формы графических примитивов создаем интерфейс, схожий с веб-интерфейсом, созданным ранее (рис. 19). Получившийся интерфейс окна Android приложения показан на рис. 21. [7]

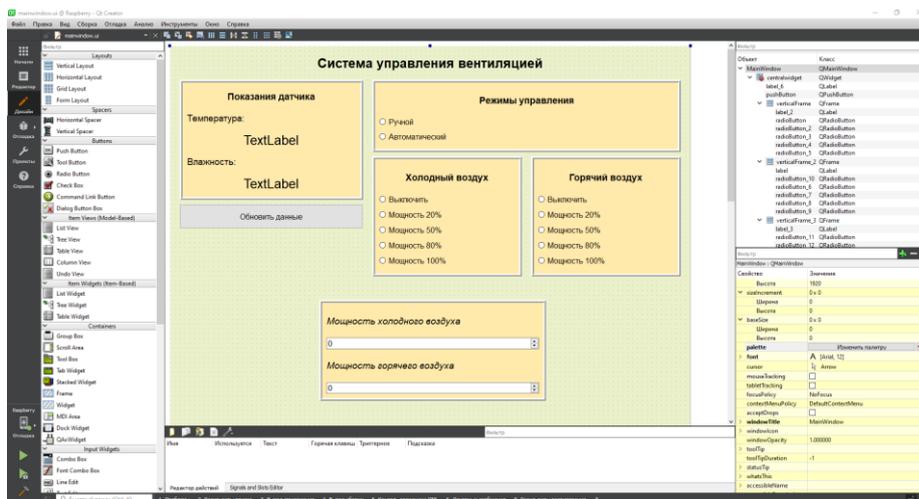


Рисунок 21 – Интерфейс окна Android приложения

5.3 Тест запуска приложения на реальном устройстве

Для загрузки проекта на устройство нажимаем кнопку «Запустить», по завершении процесса компиляции, перед нами появляется окно выбора устройства, на котором мы хотим запустить наш проект. Выбираем из списка устройство, которое мы подключили к Raspberry Pi через USB-кабель, и жмем «ОК».

Проходит некоторое время и на устройстве предлагается установить новое приложение с названием, как и у нашего проекта в QtCreator. Устанавливаем данное приложение и видим перед собой следующее:

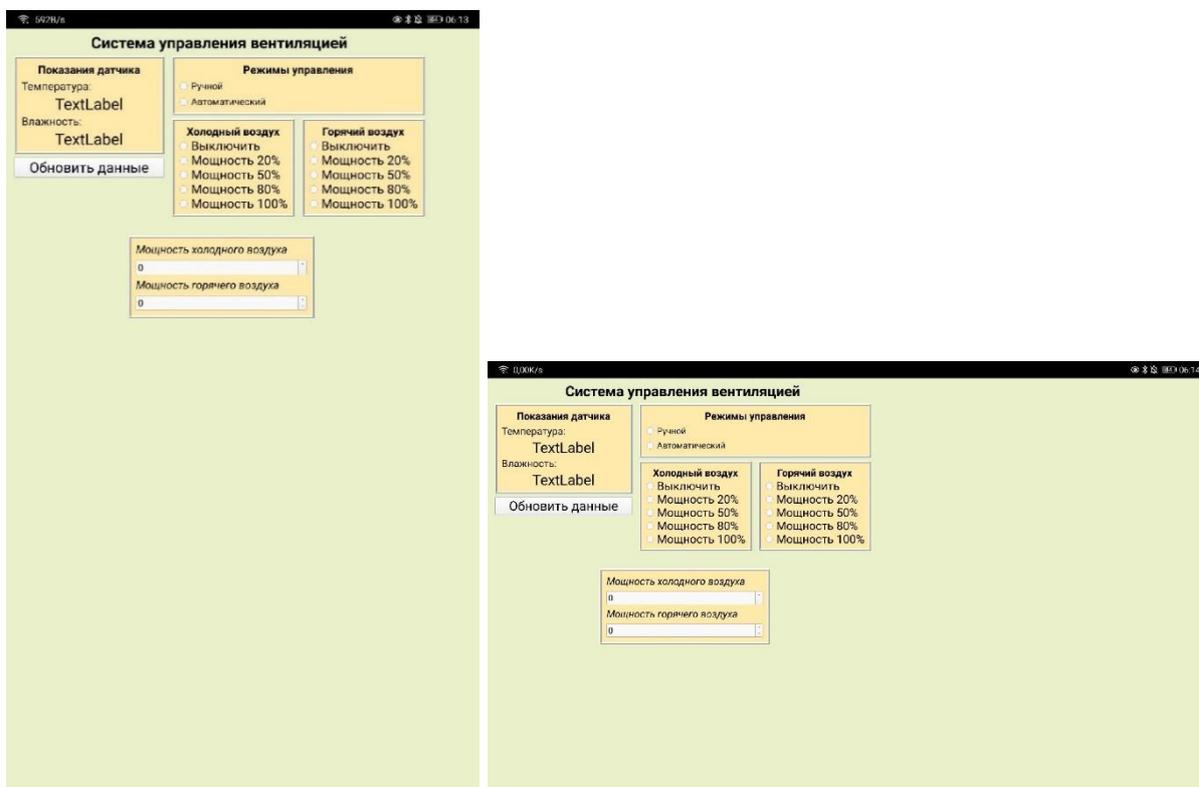


Рисунок 22 – Отображение созданного Android приложения на реальном устройстве в вертикальном и горизонтальном положениях

В данном приложении все переключатели работают исправно, мощность потока воздуха различной температуры можно задавать целым числом от 0 до 100, выраженном в процентах от максимально возможной мощности.

системой. В таблице 3 приведена карта сегментирования.

Таблица 3 – Карта сегментирования

		Размер автоматизированной системы (по мощности)			
		Малой	Средней	Повышенной	Высокой
Размер компании	Мелкие				
	Средние				
	Крупные				

Таким образом, согласно карте сегментирования, для реализации разработанной системы на рынке подходят следующие сегменты: небольшие и средние компании с автоматизированными системами малой и средней мощности. Для данных компаний важную роль играет цена предлагаемого решения и при этом не так важно наличие огромного функционала, учитывающего работу автоматизированных систем высокой мощности.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений. Сравнение проводится между разрабатываемой системой и системами сторонних компаний. Данный анализ позволяет своевременно вносить коррективы в научное исследование и находясь в рынке и успешно конкурировать с другими игроками. Важным фактором является реалистичная оценка как сильных, так и слабых сторон своей разработки и решений конкурентов.

Среди производителей рассматриваемой системы можно выделить следующих: «Агава» (конкурент 1) и «2N» (конкурент 2). Компания «2N» является одной из ведущих европейских компаний, специализирующейся на разработке и производстве в области автоматизации. Компания «Агава» является отечественной компанией по производству оборудования для автоматизации.

Оценочная карта анализа представлена в таблице 2. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по

пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме составляют 1. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения были выделены следующие технические критерии: повышение производительности труда, безопасность, надежность, увеличение объема производства, функциональная мощность, простота эксплуатации. В качестве экономических критериев были выбраны: цена, снижение эксплуатационных затрат, предполагаемый срок эксплуатации.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	K_{ϕ}	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда	0.1	4	4	3	0.40	0.40	0.30
2. Безопасность	0.15	5	4	4	0.65	0.60	0.60
3. Надежность	0.15	5	3	3	0.65	0.45	0.45
4. Увеличение объема производства	0.05	4	3	4	0.20	0.15	0.20
5. Функциональная мощность	0.05	4	4	4	0.20	0.20	0.20
6. Простота эксплуатации	0.1	3	4	4	0.30	0.40	0.40

7. Энергопотребление	0.05	4	4	4	0.20	0.20	0.20
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0.1	3	4	4	0.30	0.40	0.40
2. Снижение эксплуатационных затрат	0.1	5	4	4	0.50	0.40	0.40
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0.15	5	4	4	0.65	0.60	0.60
Итого	1				4.05	3.80	3.75

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что разрабатываемая автоматизированная система управления является наиболее эффективной. Преимущества разработки выражаются в более высоком уровне безопасности и надежности, а также более длительном срок эксплуатации.

6.1.3 SWOT-анализ

В ходе исследования разрабатываемого проектного решения был осуществлен комплексный анализ данного научно–исследовательского проекта, а именно SWOT–анализ.

Анализ позволяет дать качественную оценку текущей ситуации, а также позволяет конкретизировать внешние угрозы.

Изначально необходимо определить сильные и слабые стороны разрабатываемого решения, возможности и угрозы, затем необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательской работы внешним условиям среды. Данный анализ помогает определить меры, которые необходимо предпринять, чтобы повысить эффективность разработки проекта и снизить влияние угроз.

Результаты выполненной работы приведены в таблице 5.

Таблица 5 – SWOT-анализ проектного решения

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Низкая стоимость аппаратной платформы и других комплектующих.</p> <p>С2. Простота поддержки и обслуживания.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Небольшой функционал в сравнении с аналогами</p> <p>Сл2. Отсутствие возможности крупномасштабного производства.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Расширение функциональных возможностей изобретения.</p> <p>В2. Увеличение спроса у небольших производств.</p>	<p>В2С1. Засчет низкой стоимости устройства, оно будет востребовано у компаний с АСУ малой мощности.</p> <p>В2С2. Простота обслуживания позволит сократить издержки на обучение персонала, чем привлечет новых клиентов.</p>	<p>В1В2Сл1. Работа по доработке функциональных возможностей устройства позволит увеличить количество клиентов.</p> <p>В2Сл2. Засчет притока новых клиентов можно наладить крупномасштабное производство.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие финансирования.</p> <p>У2. Появление на рынке наиболее совершенных устройств от конкурентов.</p>	<p>У1С1. В связи с дешевизной компонентов можно уже сейчас выпускать первые версии продукта.</p>	<p>У1Сл2. Привлечение инвестирования позволит наладить производство.</p> <p>У2Сл1. Расширение функционала позволит сохранить лидерство на рынке.</p>

Таким образом, при использовании сильных сторон проекта существует перспектива реализации выявленных возможностей. Все возможности для

развития проекта могут быть использованы за счет использования низкой стоимости на разработку и эксплуатацию, при этом наличие слабых сторон и угроз могут быть фактором снижения конкурентоспособности продукта.

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При разработке научно-технического проекта одним из наиболее важных этапов является его технико-экономическое обоснование. Оно позволяет выделить преимущества и недостатки разработки, внедрения и эксплуатации данного программного продукта в разрезе экономической эффективности, социальной значимости и других аспектах.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – научный руководитель (НР) и инженер (И). Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Исполнитель непосредственно осуществляет разработку проекта.

Одной из целей планирования работ является определение общей продолжительности их проведения. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения определим этапы работ, их исполнителей и распределение нагрузки между исполнителями. На основе этих данных построим таблицу 6.

Таблица 6 – Перечень работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Распределение нагрузки
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100 %
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	НР – 30 % И – 100 %

Разработка и утверждение календарного плана	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Выбор аппаратного оборудования	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Настройка аппаратной части проекта	НР, И	НР – 70 % И – 100 %
Настройка программной части проекта	И	И – 100 %
Оформление пояснительной записки	И	И – 100 %
Оформление графического материала	И	И – 100 %
Подведение итогов	НР, И	НР – 60 % И – 100 %

6.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для определения вероятных значений продолжительности работ $t_{ож}$ воспользуемся формулой (1):

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

где t_{\min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{\max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни.

Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле (2):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

K_{BH} – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возьмем $K_{BH} = 1$;

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем $K_D = 1.1$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле (3):

$$T_{KD} = T_{PD} \cdot T_K, \quad (3)$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле (4):

$$T_K = \frac{T_{Kal}}{T_{Kal} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (4)$$

где T_K – коэффициент календарности;

T_{Kal} – календарные дни ($T_{Kal} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни при шестидневной рабочей неделе ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

Имеем $T_K = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$. Расчеты представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Трудозатраты на выполнение проекта

Этапы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					Трд		Ткд	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	3	2,40	2,64	0,00	3,22	0,00
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2	3	2,40	2,64	0,26	3,22	0,39
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	4	5	4,40	1,45	4,84	1,77	7,16
Разработка и утверждение календарного плана	НР, И	3	4	3,40	3,74	0,37	4,56	0,55
Выбор аппаратного оборудования	НР, И	9	12	10,20	11,22	7,85	13,69	11,62
Настройка аппаратной части проекта	НР, И	6	10	7,60	6,69	8,36	9,90	10,20
Настройка программной части проекта	И	8	15	10,80	0,00	11,88	0,00	17,58
Оформление пояснительной записки	И	6	9	7,20	0,00	7,92	0,00	11,72
Оформление графического материала	И	7	10	8,20	0,00	9,02	0,00	13,35
Подведение итогов	НР, И	4	6	4,80	3,17	5,28	3,86	7,81
Итого:				64,80	31,55	55,78	40,22	80,38

Округлим полученные значения трудоемкостей работ и занесем данные в таблицу 8.

Таблица 8 – Округленные трудозатраты на выполнение проекта

Этапы	Исполнители	Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.	
		Т _{кд}	
		НР	И
1	2	3	4
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	4	0
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	4	1
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	2	8
Разработка и утверждение календарного плана	НР, И	5	1
Выбор аппаратного оборудования	НР, И	14	12
Настройка аппаратной части проекта	НР, И	10	11
Настройка программной части проекта	И	0	18
Оформление пояснительной записки	И	0	12
Оформление графического материала	И	0	14
Подведение итогов	НР, И	4	8
Итого:		43	85

Таблица 9 – Календарный план-график

Этап	Время, кал.дн.		Продолжительность выполнения работ											
	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
1	4	0	■											
2	4	1	■	■										
3	2	8		■	■									
4	5	1			■	■								
5	14	12			■	■	■							
6	10	11				■	■	■						
7	0	18						■	■	■				
8	0	12							■	■	■			
9	0	14									■	■	■	
10	4	8											■	■

НР – ■; И – ■

На выполнение работ для выпускной квалификационной работы было затрачено 98 рабочих дней. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования, который включал в себя выполнение 10 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Черными фигурами на диаграмме показано, сколько времени был задействовано научным руководителем на выполнение работ, а серым цветом – время, затраченное студентом (инженером). В процессе проведения работ возникали такие моменты, что для прохождения очередного этапа исследования и сокращения времени на выполнение НИОКР руководитель и студент параллельно решали поставленные перед ними задачи, что показано на графике серо-черными квадратами. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы и образованность, целеустремлённость студента (инженера) позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Затраты на проектирование группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

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

6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и при

необходимости – доставку.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле (5):

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (5)$$

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

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

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортно-заготовительные расходы примем 15 % от стоимости материалов.

Величина коэффициента k_T , отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 10.

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб.	Затраты на материалы
Микрокомпьютер Raspberry Pi 3 Model B	шт.	1	4 800	4 800
Макетная плата	шт.	1	240	240
Провода F-M	шт.	50	15	750
Драйвер двигателя L298N	шт.	1	370	370
Электромотор 12 V	шт.	2	120	240

Датчик температуры и влажности DHT22	шт.	1	1 050	1 050
Перезаряжаемый аккумулятор 12 V 3000 mAh	шт.	1	600	600
Итого материальных затрат				8 050
Транспортно-заготовительные расходы	%	15		1 207,5
Всего				9 257,5

6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для разработки web-интерфейса. В таблице 9 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ. Примем процент использования специализированного программного обеспечения равным 20 % от стоимости, так как программное обеспечение будет применяться для работ с другими проектами.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат на специальное оборудование

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед.в руб.	Затраты, руб.
Лицензионное ПО Qt Design Studio	шт.	1	5 810	5 810
Процент использования ПО	%	20		1 162
Итого Z_{co}				6 972

6.3.3 Основная и дополнительная заработные платы исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научного и инженерно-технического работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 % оклада.

В таблице 12 приведен баланс рабочего времени.

Таблица 12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) \cdot k_p, \quad (6)$$

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

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{mc});

k_o – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от Z_{mc});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

В соответствии с имеющимися данными, месячный оклад (Z_m) научного руководителя составляет 36000 рублей, исполнителя – 25000 рублей.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o}, \quad (7)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_o – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от

предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (8)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Полная заработная плата включает в себя основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (9)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{осн}$).

Расчет заработной платы научного руководителя и исполнителя представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет заработной платы

Исполнитель	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{зн}$, руб.
Руководитель	36 000	1 491,63	32	47 732,16	7 159,82	54 891,98
Инженер	25 000	1 035,86	56	58 008,16	8 701,22	66 709,38
Итого $Z_{зн}$						121 601,36

6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из

следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{зн}, \quad (10)$$

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

Расчет отчислений представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{зн}$, руб.	$k_{внеб}$	$Z_{внеб}$, руб.
Руководитель	47 732,16	7 159,82	54 891,98	0,302	16 577,38
Инженер	58 008,16	8 701,22	66 709,38	0,302	20 146,23
Итого $Z_{внеб}$					36 723,61

6.3.5 Накладные расходы

В статье «Накладные расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях. Их величина определяется по следующей формуле (11):

$$Z_{накл} = (Z_m + Z_{со} + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) \cdot k_{нр}, \quad (11)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов примем равной 16%.

Расчет накладных расходов представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет накладных расходов

Z_m , руб.	$Z_{со}$, руб.	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{внеб}$, руб.	$k_{нр}$	$Z_{накл}$, руб.
9 257,5	6 972	105 740,32	15 861,04	36 723,61	0,16	27 928,71

6.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Обозначение	Сумма, руб.
Материальные затраты	Z_m	9 257,5
Затраты на специальное оборудование	Z_{co}	6 972
Основная заработная плата	$Z_{осн}$	105 740,32
Дополнительная заработная плана	$Z_{доп}$	15 861,04
Отчисления во внебюджетные фонды	$Z_{внеб}$	36 723,61
Накладные расходы	$Z_{накл}$	27 928,71
Итоговый бюджет НТИ		202 483,18

Таким образом, общий бюджет затрат на разработку проекта составляет 202 483,18 руб.

6.4 Оценка экономической эффективности проекта

Провести оценку экономической эффективности проекта в данный момент не представляется возможным, так как нет точных данных по внедрению материалов работы. Однако, практическая значимость данного проекта заключается в применении материалов работы компаниями, ориентированными на производство с вредными и опасными факторами для жизни людей.

Внедрение проектного решения позволит добиться экономического эффекта благодаря сокращению затрат на эксплуатацию оборудования, а также повысить надежность и безопасность производства, что положительно скажется на экономической составляющей создаваемого проекта.

Вывод по разделу

1. В ходе анализа коммерческого потенциала разработки, а также оценки НТИ с точки зрения ресурсосбережения и ресурсоэффективности были выявлены потенциальные потребители результатов данного исследования,

которыми являются небольшие компании, имеющие на производстве автоматизированные системы малой и средней мощности.

2. В рамках анализа конкурентных технических решений было выявлено, что предлагаемое решение практически не уступает конкурентам по функциональным возможностям, но при этом имеет более конкурентоспособную цену и низкие издержки при эксплуатации данного устройства.

3. В ходе анализа по методу SWOT, а именно сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз, было выявлено, что ключевым преимуществом разрабатываемой системы является низкая стоимость разработки и последующей эксплуатации.

4. При планировании научно-технического исследования разработан поэтапный план работ в рамках проектирования научного исследования, а также распределены роли исполнителей.

5. Основными расходами на разработку составляют затраты на основную заработную плату.

6. В ходе планирования бюджета НИИ было установлено, что все затраты на разработку данного технического решения составят 202 483,18 рубля, из них 9 257,5 рублей – материальные затраты, 121 601,36 рубль – затраты на заработную плату исполнителям, а именно: руководителю и инженеру, 36 723,61 рублей – отчисления во внебюджетные фонды, 27 928,71 рублей – накладные и прочие расходы.

7. Таким образом, в ходе финансового анализа научно-технического исследования были выявлены сильные и слабые стороны разработки, потенциальные рынки сбыта и конкуренты данного устройства, а также посчитаны материальные и временные затраты, необходимые для реализации данного проекта.

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В настоящем разделе указаны основные опасные и вредные факторы рабочей зоны, а также их анализ и способы защиты от них. Помимо этого, затронуты аспекты защиты от чрезвычайных ситуаций, охраны окружающей среды, а также вопросы обеспечения безопасности в рамках организационных и правовых норм.

В данной ВКР представлена разработка человеко-машинного интерфейса, предоставляющая возможность техническому персоналу осуществлять контроль и управление климатом в помещении при помощи веб-интерфейса, передающего данные с микрокомпьютера. Аппаратная часть устройства состоит из одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi 3, датчика измерения температуры и влажности, и двух электромоторов. Данное устройство размещается в производственном помещении.

Потенциальными пользователями разрабатываемого решения являются промышленные предприятия, имеющие вредные или опасные факторы на производстве для человека, где необходимо осуществлять контроль и управление климатом. Панель оператора является универсальным средством создания человеко-машинного интерфейса в различных системах автоматизации и играет значимую роль в управлении и контроле протекающих технологических процессов на производстве.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Время продолжительности рабочего времени не должно превышать сорока часов в неделю, а в течение рабочего дня работодатель обязуется предоставить работникам перерыв для того, чтобы могли отдохнуть и пообедать, данные правила регламентированы в статьях 91 и 108 ТК РФ [8]. В зависимости от работодателя предоставляемое работнику время для отдыха и питания лежит в промежутке от тридцати минут до двух часов. В рамках ГОСТ 12.2.032-78 [9] и ГОСТ 12.2.061-81 [10]

предъявляются требования к организации рабочих мест, а именно: рабочее место должно быть организовано с учетом требований по эргономике. В статье 212 ТК РФ [8] отражены требования по обеспечению безопасных условий и охраны труда, которые обязуется выполнять работодатель.

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В ходе организации рабочего пространства необходимо принимать во внимание требования к безопасности и промышленной санитарии, эргономики, а также технической эстетики, так как игнорирование описанных требований может привести к получению работником производственной травмы или развитию у него профессионального заболевания.

Правильное положение рук и поза технического персонала является весьмаважным для исключения нарушений в опорно-двигательном аппарате иприобретении синдрома постоянных нагрузок.

Работа с экраном при некорректной настройке уровня яркости, а также освещенности дисплея, контрастности различных знаков, цветов данных знаков и фона, при наличии бликов на используемом дисплее может присвести к зрительному утомлению и, как следствие, к ухудшению зрения, помимо прочего возможно появление головных болей, а также физиологической и психической нагрузке.

Согласно СанПиНу 2.2.2/2.4.1340-03 [11] при восьмичасовой рабочей смене на ВДТ и ПЭВМ перерывы в работе должны находиться в диапазоне от десяти до двадцати минут каждые два часа выполнения работы.

7.2 Производственная безопасность

7.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Вредные, а также опасные факторы, рассматривающиеся в стандарте ГОСТ 12.0.003-2015 [12], подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические группы.

Таблица 17 – Вредные и опасные факторы при выполнении работ по разработке web-управления на базе одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi 3.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ)	Этапы работ			Нормативные документы
	Сборка аппаратной части	Разработка программной части	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [13].
2. Повышенный уровень шума			+	2. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [14].
3. Недостаток естественного освещения и недостаточная освещённость рабочей зоны	+	+	+	3. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [15].
4. Электромагнитные излучения	+	+	+	4. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности [16].
5. Электрический ток	+		+	5. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. [17] 6. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. [18]

Представленные в факторы могут влиять на состояние здоровья и привести к травмоопасной или аварийной ситуации, следовательно, необходимо реализовать меры по эффективному контролю за соблюдением норм и требований, предъявленных к их параметрам.

7.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов

Основными вредными и опасными факторами, оказывающими влияние на исследователя, в ходе его работы являются:

- отклонение показателей микроклимата;
- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- электромагнитные излучения.

Виды работ, осуществляемые при разработке и эксплуатации портативного устройства человеко-машинного интерфейса по степени физической тяжести можно отнести к категории легких работ. Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах для технического персонала приведены в таблице 18.

Снижения негативного воздействия микроклимата можно достичь за счет принятия следующих мер:

- дистанционного управления, что позволяет вывести человека в большинстве случаев из неблагоприятных условий;
- рациональной тепловой изоляции оборудования;
- рационального размещения оборудования;
- рациональной вентиляции и отопления;

Таблица 18 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха м/с
Теплый	(23-25)	(22-26)	(40-60)	0,1

Холодный	(21-23)	(20-24)	(40-60)	0,1
----------	---------	---------	---------	-----

Еще одним вредным фактором является шум, превышение уровня которого способно привести к нарушениям слуха. Помимо этого, шум может являться источником стресса, а также способен привести к несчастным случаям, маскируя предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться.

Согласно СанПиН 2.23.2/2.4.1340-03 [11], в производственных помещениях при выполнении основных и вспомогательных работ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, которые установлены для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Снизить уровень шума возможно при помощи:

- использования звукопоглощающих материалов;
- использования занавесок из плотной ткани, создающих дополнительный звукопоглощающий эффект;
- установки глушителей шума;
- рационального размещения оборудования;
- применения средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективным методом защиты является борьба с шумом в источнике его возникновения. Шум механизмов возникает вследствие упругих колебаний как всего механизма, так и отдельных его деталей. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей.

При разработке человеко-машинного интерфейса недостаток освещения может быть особенно ощутим при работе с персональным компьютером, во время написания ПО для разрабатываемого устройства, а также при непосредственной сборке данного устройства. В таблице 19 представлены требования к освещению на рабочих местах.

Таблица 19 – Требования к освещенности на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	(300 - 500) лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд / м ²
Прямая блесккость источника света	
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
- между рабочими поверхностями	3:1 - 5:1
- между поверхностями стен и оборудования	10:01
Коэффициент пульсации	не более 5%

В случае недостаточного уровня освещенности можно предложить к исполнению такие мероприятия, как: введение дополнительных источников искусственного света, организация помещений для отдыха, а также сокращения рабочего дня.

Еще одним вредным фактором производства являются электромагнитные излучения (ЭМИ), защита персонала от воздействия которых осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты. Помимо этого, требуется правильное, рациональное расположение всего оборудования, использования доступных средств и методов, которые ограничивают поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала.

7.3 Экологическая безопасность

7.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

В результате осуществления научно-технического исследования был разработан прототип человеко-машинного интерфейса, в основу которого входит одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi 3. Рассмотрим влияние данного микроЭВМ на окружающую среду.

Масштабирование и увеличение мощностей производства находится в прямой зависимости от состояния энергетики, развитие которой оказывает значительное влияние на природную среду, неся ответственность за различные виды загрязнений воздуха, воды, литосферы, а также являясь мажоритарным потребителем энергетических ресурсов, который определяют уровень их добычи.

7.3.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

Одноплатные микроЭВМ Raspberry Pi 3 спроектированы для использования в стационарных, а также защищенных от внешних возмущений условиях.

МикроЭВМ Raspberry Pi 3, а также их составляющие (комплектующие), соответствующие требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 51318.24-99;
- ГОСТ Р 51317.3.2-99;
- ГОСТ 26329-84 п. п. 1.2; 1.3;
- ГОСТ Р МЭК 60950-2002;
- ГОСТ Р 51319.22-99;
- ГОСТ Р 51317.3.3-99.

Главным фактором влияния на окружающую среду является образование и поступление твердых отходов в виде использованных персональных компьютеров, а также их составляющих, в которых содержится большое количество вредных веществ.

7.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Снижение уровня загрязнения можно осуществить путем усовершенствования оборудования, которое производит электроэнергию, применяя более экономичные и результативные технологии, а также использования новейших методов получения электроэнергии. Помимо

прочего, необходимо осуществить внедрения современных методов обезвреживания и способов очистки отходов производства.

Одноплатные микроЭВМ «Raspberry Pi», могут быть утилизированы, так как не содержат токсичных материалов. Для безопасной утилизации с точки зрения окружающей среды, а также удаления устаревших устройств необходимо обратиться к компании фирмы Raspberry, которая имеет необходимые сертификаты для утилизации и удаления лома электронного оборудования.

В настоящее время в большинстве компьютеров используются режимы, понижающие потребление электроэнергии при длительном простое.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

На исследуемом объекте возможны следующие ЧС:

- пожар;
- короткое замыкание.

Наиболее типичнейшей ЧС для данного объекта является короткое замыкание в связи с тем, что данная система является портативным электронным устройством, которое работает от постоянного напряжения.

В качестве превентивных мер от ЧС на объекте выступают следующие меры:

- защитное заземление;
- изоляция контактов;
- систематическая диагностика целостности контактов, а также дорожек на плате.

В качестве повышения устойчивости объекта к рассматриваемой ЧС используется внешний стабилизатор напряжения. В случае возникновения на объекте ЧС будут реализованы следующие действия: немедленное аварийное отключение устройства, а также обесточивание всей лаборатории

во избежание короткого замыкания.

7.4.2 Анализ причин, которые могут вызвать ЧС на производстве при ведении объекта исследований

В помещении существует вероятность пожара вследствие причин электрического и неэлектрического толка.

К причинам электрического характера относятся:

- короткое замыкание;
- искрение;
- перегрузка проводов;
- большое переходное сопротивление;
- статическое электричество.

Частой ЧС при использовании электрического оборудования является короткое замыкание. К причинам возникновения явления короткого замыкания может относиться следующее:

- старение изоляции;
- ошибки при проектировании;
- увлажнение изоляции.

К причинам неэлектрического характера могут относиться халатное обращение с огнем, таким как: оставление без контроля нагревательных устройств, а также курение.

Также, одной из опасностей является опасность пожара при перегрузках, вероятность возникновения которой появляется при чрезмерном нагревании отдельных элементов, которое может возникать в связи с ошибками, допущенными при проектировании в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение.

Помимо описанной выше опасности существует пожарная опасность переходных сопротивлений, то есть возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в

месте аварийного сопротивления.

7.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработкам порядка действия в случае возникновения ЧС

Пожарная охрана объекта должна обеспечиваться противопожарной защитой и специальными системами по предотвращению пожара на данном объекте, а также организационно-техническими мероприятиями.

Безопасность должна обеспечиваться применением автоматических установок пожарной сигнализации, а также применением средств пожаротушения.

Мерами, принимаемыми в качестве противопожарной безопасности, являются:

- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;
- обеспечение путей эвакуации;
- обеспечение эффективного удаления дыма;
- соблюдение всех противопожарных требований к системам кондиционирования и отопления.

Осуществление вывода людей из зоны возникновения пожара обязано реализовываться по плану эвакуации, представляющую собой заранее разработанную схему, в которой указаны пути эвакуации и аварийные выходы, а также установлены правила поведения людей, порядок и алгоритм действий в условиях ЧС по п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002 [19].

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и находиться на видных местах схемы (планы) эвакуации людей в случае возникновения пожар.

Помещения необходимо оборудовать пожарными извещателями, в качестве которых используют дымовые фотоэлектрические извещатели типа ИДФ-1 или ДИП-1, позволяющими оповещать дежурный персонал о пожаре.

Для тушения пожаров на участке производства следует применять углекислоты огнетушители типа ОУ-5 и ОУ-10, а также порошковые огнетушители типа ОП-10, обладающие функцией тушения электроустановок, высокой скоростью тушения и эффективностью борьбы с огнем.

Вывод по разделу

Таким образом, в настоящем разделе были рассмотрены не только правовые нормы трудового законодательства, но и его особенности применительно к условиям проекта.

Произведен анализ основных вредных и опасных факторов, возникающих в ходе исследований в лаборатории, при разработке и эксплуатации проекта, а также осуществлено описание мероприятий по снижению уровня воздействия данных факторов.

Помимо прочего, рассмотрен характер воздействия предлагаемого решения на окружающую среду. Осуществлен анализ возможных ЧС, которые могут возникнуть при реализации или эксплуатации разработанного человеко-машинного интерфейса на базе одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi. Также были разработаны основные меры по диагностике и предотвращению возможных ЧС.

При внедрении предлагаемого решения человеко-машинного интерфейса на базе одноплатного микроЭВМ Raspberry Pi 3 на производстве, могут применяться требования и мероприятия, рассмотренные в рамках данного раздела, а также, на производстве может быть задействован разработанный порядок действий при чрезвычайных ситуациях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы был разработан опытный образец web-интерфейса, позволяющего оператору АСУ осуществлять контроль и управление технологическим процессом удаленно. В разработанном опытном образце реализован базовый функционал, осуществляющий прием, передачу и управление параметрами температуры и влажности в помещении при помощи сети интернет.

В ходе работы был осуществлен сравнительный анализ присутствующих на рынке аппаратных платформ, подходящих для прототипирования разработанного устройства. По результатам данного анализа по стоимости, мощности и производительности, а также возможности перепрограммирования платформы под собственные нужды была выбрана - Raspberry Pi 3.

Также было разработано программное обеспечение для устройств на базе операционной системы Android, при помощи которого можно осуществлять все те же функции, что и при использовании web-интерфейса.

В ходе выполнения данной работы был получен опыт работы с языками программирования C++, Python, языками разметки HTML, PHP, каскадными таблицами стилей CSS.

Список литературы и источников

1. Raspberry Pi [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi, свободный.
2. Установка и настройка ПО для системы домашней автоматизации [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/175/33853.php/>, свободный.
3. Raspberry Pi: Настройка/Удалённый доступ/Веб-сервер/Apache [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: http://wikihandbk.com/wiki/Raspberry_Pi:Настройка/Удалённый_доступ/Веб-сервер/Apache/, свободный.
4. Удаленный сервер remote.it [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://app.remote.it/#/>, свободный.
5. Настройка авторизации на основе пароля на Apache в Ubuntu 14.04 [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.8host.com/blog/nastrojka-avtorizacii-na-osnove-parolya-na-apache-v-ubuntu-14-04/>, свободный.
6. Установка среды QtCreator для создания linux и android приложений [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.cyberforum.ru/qt/thread1693500.html>, свободный.
7. Разработка Android приложения. Часть 1. Установка Qt [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://progtips.ru/qt/razrabotka-android-prilozheniya-chast-1-ustanovka-qt.html>, свободный.
8. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
9. ГОСТ 12.2.032-78 ССБЕ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
10. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общитребования к безопасности к рабочим местам.
11. СанПин 2.2.2/2.4.1340-0.3 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинами и организации

работы.

12. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

13. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

14. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Допустимые уровни шумов.

15. СНиП 23-05.95. Естественное и искусственное освещение.

16. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот.

Общие требования безопасности.

17. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

18. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

19. ГОСТ Р 12.2.143-2002 ССБТ. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Элементы систем. Классификация. Общие технические требования. Методы контроля.

Приложение А

```
# Imports
import webiopi
import Adafruit_DHT

# Enable debug output
webiopi.setDebug()

# Retrieve GPIO lib
GPIO = webiopi.GPIO

PWMPORT1 = 23 # assuming you want to control Pin 17,
otherwise change number

PWMPORT2 = 17

LIGHT = 11 # GPIO pin using BCM numbering
MIN = 22
MAX = 27
AUTO = False

@webiopi.macro
def temp():
    humidity, temperature =
Adafruit_DHT.read_retry(Adafruit_DHT.DHT22, 2)
    temper = '{0:0.1f}'.format(temperature)
    loop()
    return temper

@webiopi.macro
def hum():
```

```

    humidity, temperature =
Adafruit_DHT.read_retry(Adafruit_DHT.DHT22, 2)
    humid = '{0:0.1f}'.format(humidity)
    return humid

# setup function is automatically called at WebIOPi
startup
def setup():
    # set the GPIO used by the light to output
    GPIO.setFunction(LIGHT, GPIO.OUT)

    webiopi.debug("PWM script - Setup")
    # Setup GPIOs
    GPIO.setFunction(PWMPORT1, GPIO.PWM)
    GPIO.setFunction(PWMPORT2, GPIO.PWM)

    GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.0)        # set to 0% ratio
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 0.0)

# loop function is repeatedly called by WebIOPi
def loop():
    if (AUTO):
        humidity, temperature =
Adafruit_DHT.read_retry(Adafruit_DHT.DHT22, 2)
        celsius = temperature
        if (celsius < MIN):
            GPIO.digitalWrite(LIGHT, GPIO.HIGH)
            GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.5)
        if (celsius > MAX):
            GPIO.digitalWrite(LIGHT, GPIO.HIGH)

```

```

        GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 0.5)
    if (celsius > MIN) and (celsius < MAX):
        GPIO.digitalWrite(LIGHT, GPIO.LOW)

webiopi.sleep(1)

# destroy function is called at WebIOPi shutdown
def destroy():
    GPIO.digitalWrite(LIGHT, GPIO.LOW)

    webiopi.debug("PWM script - Destroy")
    # Reset GPIO functions
    GPIO.setFunction(PWMPORT1, GPIO.IN)
    GPIO.setFunction(PWMPORT2, GPIO.IN)

# a simple macro to return heater mode
@webiopi.macro
def getMode():
    if (AUTO):
        return "auto"
    return "manual"

# simple macro to set and return heater mode
@webiopi.macro
def setMode(mode):
    global AUTO
    if (mode == "auto"):
        AUTO = True
    elif (mode == "manual"):

```

```
AUTO = False
GPIO.digitalWrite(LIGHT, GPIO.LOW)
GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.0)
print("mode="+mode)
return getMode()
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set1BrightnessTo0Percent():
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.0)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set1BrightnessTo20Percent():
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.2)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set1BrightnessTo50Percent():
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.5)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set1BrightnessTo80Percent():
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 0.8)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set1BrightnessTo100Percent():
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, 1.0)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set1BrightnessToXPercent(x):
    value = float(x) / 100
```

```
GPIO.pwmWrite(PWMPORT1, value)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set2BrightnessTo0Percent():  
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 0.0)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set2BrightnessTo20Percent():  
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 0.2)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set2BrightnessTo50Percent():  
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 0.5)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set2BrightnessTo80Percent():  
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 0.8)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set2BrightnessTo100Percent():  
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, 1.0)
```

```
@webiopi.macro
```

```
def set2BrightnessToXPercent(x):  
    value = float(x) / 100  
    GPIO.pwmWrite(PWMPORT2, value)
```