

Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Отделение автоматизации и робототехники

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Разработка складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов</b><br>УДК <u>681.51:658.787:621.382</u> |

Студент

| Группа | ФИО                 | Подпись | Дата |
|--------|---------------------|---------|------|
| 8Т5Б   | Магомо Джоел Кудзай |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность  | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР | Курганов В.В | к.т.н.                    |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность   | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН | Меньшикова Е.В | к.ф.н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ООД | Винокурова Г.Ф | к.т.н.                    |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР       | Громаков Е.И | к.т.н.                    |         |      |

## Планируемые результаты обучения по ООП

| Код результатов | Результат обучения (выпускник должен быть готов)<br><b>Профессиональные и общепрофессиональные компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 осведомленность 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.                                                                                                                                                                           |
|                 | <b>Универсальные (общекультурные) компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 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 риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, 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.                                                                                                                                                                                                                     |

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Отделение автоматизации и робототехники

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

|                     |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

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

Студенту:

| Группа | ФИО                 |
|--------|---------------------|
| 8Т5Б   | Магомо Джоел Кудзай |

Тема работы:

|                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Разработка складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов</b> |  |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                         |  |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Исходные данные к работе</b></p> | <p>Объект исследования: разработка складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов</p> <p>Цель исследования – разработка складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов.</p> <p>Требования к продукту представлены в техническом задании.</p> |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | 1) Анализ предметной области.<br>2) Анализ программных продуктов, выполняющие аналогичные задачи.<br>3) Выявление требований к разрабатываемому решению.<br>4) Составление технического задания.<br>5) Организация хранения данных.<br>Разработка информационной системы |
| <b>Перечень графического материала</b>                                        | Скриншоты интерфейса программы                                                                                                                                                                                                                                           |

#### **Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

| <b>Раздел</b>                                                     | <b>Консультант</b> |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | Меньшикова Е.В     |
| «Социальная ответственность»                                      | Винокурова Г.Ф     |

|                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

#### **Задание выдал руководитель:**

| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>   | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|------------------|--------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Доцент ОАР       | Курганов В.В | к.т.н.                        |                |             |

#### **Задание принял к исполнению студент:**

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>          | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|---------------------|----------------|-------------|
| 8Т5Б          | Магомо Джоел Кудзай |                |             |

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

Инженерная школа Информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники  
 Период выполнения Весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

|                     |
|---------------------|
| Бакалаврская работа |
|---------------------|

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: |  |
|------------------------------------------|--|

| 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 | Курганов В.В | к.т.н.                 |         |      |

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

| Должность  | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР | Громаков Е.И | к.т.н.                 |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО                 |
|--------|---------------------|
| 8Т5Б   | Магомо Джоел Кудзай |

| Школа               | ИШИТР       | Отделение (НОЦ)           | ОАР                                                                          |
|---------------------|-------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.04<br>«Автоматизация<br>технологических<br>процессов и<br>производств» |

Тема ВКР:

| Разработка складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения                                                                                                                                    | <p>Объектом исследовательской работы является складской комплекс для учета и хранения электронных компонентов, путем управление доступом через RFID-технологии. В состав системы входят: соленоидные замки, светодиоды RGB, контроллер, блок питания.</p> <p>Рабочей зоной является зона, включающая рабочий стол, ЭВМ.</p> <p>Областью применения разрабатываемой системы является аудитория 117а в 10-м корпусе ТПУ, где располагается склад электронных компонентов.</p> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)</li> <li>– ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.                                                                                            | – ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>2. Производственная безопасность:</b><br>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов<br>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | – движущиеся твердые объекты (вал соленоида);<br>– повышенный уровень шума на рабочем месте;<br>– отклонение показателей микроклимата;<br>– недостаточная освещенность рабочей зоны;<br>– наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона;<br>– повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. |
| <b>3. Экологическая безопасность:</b>                                                                                                                 | – загрязнение атмосферы объектом исследования не выявлено;<br>– загрязнение гидросферы объектом исследования не выявлено;<br>– выявление загрязнения литосферы объектом исследования : утилизация соленоидов и печатных плат.                                                                                                                                        |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>                                                                                                      | – возникновение пожара.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность  | ФИО                         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ООД | Винокурова Галина Федоровна | к.т.н., доцент         |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                 | Подпись | Дата |
|--------|---------------------|---------|------|
| 8Т5Б   | Магомо Джоел Кудзай |         |      |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                 |
|--------|---------------------|
| 8Т5Б   | Магомо Джоел Кудзай |

| Школа               | ИШИТР       | Отделение школы (НОЦ)     | ОАР                                                                          |
|---------------------|-------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.04<br>«Автоматизация<br>технологических<br>процессов и<br>производств» |

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

|                                                                                                                                            |                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):<br>материально-технических, энергетических, финансовых,<br>информационных и человеческих | Бюджет – 153 944.71руб.<br>Затраты на заработную плату – 57 497.7 руб.<br>Затраты на электроэнергию– 335.12 руб. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                                 | Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч                                                                                |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки<br>налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                     | Налог во внебюджетные фонды 27,1%<br>Районный коэффициент – 1,3<br>Накладные расходы – 16%                       |

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|                                                                                                   |                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала инженерных<br>решений (ИР)                                     | Оценка потенциальных потребителей<br>исследования, анализ конкурентных решений,<br>SWOT – анализ.                  |
| 2. Формирование календарного плана и бюджета<br>инженерного проекта (ИП)                          | Планирование этапов работ, определение<br>трудоемкости и построение календарного<br>графика, формирование бюджета. |
| 3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной<br>эффективности ИР и потенциальных рисков | Оценка сравнительной эффективности<br>исследования.                                                                |

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

|                                         |
|-----------------------------------------|
| 1. Оценка конкурентоспособности ИР      |
| 2. Матрица SWOT                         |
| 3. График разработки и внедрения ИР     |
| 4. Материальные затраты                 |
| 5. Инвестиционный план. Бюджет ИП       |
| 6. Основные показатели эффективности ИП |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность   | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН | Меньшикова Е.В | к.ф.н.                    |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>          | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|---------------------|----------------|-------------|
| 8Т5Б          | Магомо Джоел Кудзай |                |             |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 91 страниц, 15 рисунков, 20 источников, 19 таблицы.

Ключевые слова: складской комплекс, разработка, RFID, учет, контроль, автоматизация.

Объектом исследования является процесс разработки складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов в шкафу, расположенный в аудитории 117а в 10-м корпусе.

Цель работы – Разработка складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов.

В процессе разработки был проведен анализ существующих систем, предоставляющих возможность регулирования доступ в соответствие с привилегиями. Также проведен сравнительный анализ средств разработки. В качестве программной платформы для разработки пользовательского интерфейса было выбрано Qt Creator, и для программирования VS Code с помощью PlatformIO. В качестве технологий для учета обращения к складу был выбран RFID. RFID позволяет автоматически идентифицировать объект с помощью радиосигналов, записывая и считывая данные, содержащиеся в RFID-метках.

В результате разработки был спроектирован графический пользовательский интерфейс, создан складской комплекс для учета и хранения электронных компонентов. Складской комплекс был спроектирован согласно техническому заданию.

Степень внедрения: в процессе доработки.

Область применения: аудитория 117а в 10-м корпусе.

Практическая ценность складского комплекса состоит в том, что

он содержит информацию о посетителях аудитории 117а, которые обращаются к складу, а также предоставляет администратору возможности ввести подотчётность.

В будущем планируется доработка информационной системы, наполнение её контентом и внедрение в эксплуатацию, а также оптимизация процесса считывания и контроля доступа.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                              | 15 |
| 1. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ .....                         | 16 |
| 1.1 Склады .....                                            | 16 |
| 1.2 Способы учета .....                                     | 18 |
| 1.2.1 Штрих-код .....                                       | 18 |
| 1.2.1.1 Требования к нанесению штрих кода .....             | 19 |
| 1.2.1.2 Недостатки штрих-кодовой идентификации .....        | 20 |
| 1.2.2 RFID .....                                            | 21 |
| 1.2.2.1 Смарт-карта .....                                   | 21 |
| 1.2.2.2 RFID система .....                                  | 21 |
| 1.2.2.3 Преимущества RFID-технологии .....                  | 22 |
| 1.2.3 ЕСИА .....                                            | 23 |
| 1.2.4 Биометрический контроль доступа .....                 | 23 |
| 1.2.4.1 Преимущества биометрического контроля доступа ..... | 23 |
| 1.2.4.2 Недостатки биометрического контроля доступа .....   | 24 |
| 2. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА. ....                  | 24 |
| 2.1 Требования к инструментам разработки .....              | 24 |
| 2.2 Назначение и цели создания складского комплекса .....   | 25 |
| 2.2.1 Назначение складского комплекса .....                 | 25 |
| 2.2.2 Цели создания системы .....                           | 26 |
| 2.2.3 Целевая аудитория .....                               | 26 |
| 2.2.4 Требования к разграничению прав доступа .....         | 27 |
| 2.3 Требования к дизайну .....                              | 27 |
| 2.3.1 Общие требования .....                                | 27 |
| 2.3.2 Эскиз страницы .....                                  | 27 |
| 2.3.3 Требования к пользовательскому интерфейсу .....       | 27 |
| 2.4.1 Выбор контроллера .....                               | 28 |
| 3. РЕАЛИЗАЦИЯ .....                                         | 39 |

|                                        |                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1                                    | Реализация по первой схеме .....                                                                                               | 40 |
| 3.2                                    | Реализация по второй схеме .....                                                                                               | 40 |
| 3.3                                    | Сборка прототипа .....                                                                                                         | 41 |
| 3.4                                    | GUI.....                                                                                                                       | 41 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                       |                                                                                                                                | 42 |
| 4.                                     | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                                                                | 43 |
| 4.1                                    | Потенциальные потребители результатов исследования .....                                                                       | 43 |
| 4.2                                    | Анализ конкурентных технических решений .....                                                                                  | 43 |
| 4.3                                    | SWOT-анализ .....                                                                                                              | 45 |
| 4.4                                    | Планирование научно-исследовательских работ .....                                                                              | 47 |
| 4.5                                    | Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....                                                                            | 54 |
| 4.6                                    | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..... | 59 |
| 5.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....     |                                                                                                                                | 63 |
| 5.1                                    | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...                                                                | 63 |
| 5.2                                    | Производственная безопасность .....                                                                                            | 65 |
| 5.2.2.1                                | Движущиеся твердые объекты.....                                                                                                | 66 |
| 5.2.2.2                                | Шум .....                                                                                                                      | 67 |
| 5.2.2.3                                | Производственное освещение .....                                                                                               | 68 |
| 5.2.2.4                                | Микроклимат.....                                                                                                               | 69 |
| 5.2.2.5                                | Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона .....                                                                     | 70 |
| 5.2.2.6                                | Электрический ток.....                                                                                                         | 71 |
| 5.3                                    | Экологическая безопасность .....                                                                                               | 72 |
| 5.4                                    | Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                                                                                     | 73 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                       |                                                                                                                                | 76 |
| CONCLUSION .....                       |                                                                                                                                | 76 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ..... |                                                                                                                                | 77 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А .....                     |                                                                                                                                | 80 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....                      |                                                                                                                                | 83 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В .....                     |                                                                                                                                | 85 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....                      |                                                                                                                                | 89 |

### **Термины и сокращения**

ИС – информационная система.

ОС – операционная система.

ПК – персональный компьютер.

ПО – программное обеспечение.

GUI – графический пользовательский интерфейс

RFID – радиочастотная идентификация

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время не существует системы, с помощью которой университет может отслеживать различные компоненты, хранящиеся в кабинете. Следовательно, нет никакого способа узнать, какие предметы нуждаются в замене, какие предметы еще доступны и были ли предметы, взятые из шкафа, ему возвращены или нет, и поэтому стали актуальны автоматические склады, и данная выпускная квалификационная работа сосредоточена на создании складского комплекса для учета и хранения электронных компонентов в шкаф с 64 ящиками, расположенном в комнате 117а в 10-м кампусе на основе технологии RFID.

Система настолько гибка, что ее можно использовать в любой области, поскольку она масштабируема, а ее части могут быть индивидуально манипулированы в соответствии с потребностями любой области. Соответственно, система может быть эксплуатирована в различных предметных областях.

Система управления любым учреждением подразумевает наличие систем учета и контроля. В данном случае, Томский Политехнический Университет, благодаря складского комплекса, сможет отслеживать движения компонентов, а также может способствовать подотчетности пользователей.

Использование RFID технологий для учета и хранения электронных компонентов имеет ряд преимуществ, о которых будет сказано ниже. Здесь следует отметить лишь то, что информационные системы, разработанные на основе RFID технологий очень практичны, так как представляют собой систему, которую можно приспособить для любой другой организации, в которой требуется учет движения объектов и контроль доступа.

В ходе работы были выполнены следующие задачи:

- анализ существующих решений;
- выбор технологий для разработки пользовательского интерфейса;
- выбор языков программирования и сред разработки;
- выбор микроконтроллера;
- проектирование системы;
- разработка функционала;
- подключение замков с помощью сдвиговых регистров и диодов
- подключение WS2812B RGB LED лента
- подключение RFID-считывателя к Arduino Uno R3 с помощью SPI интерфейса.

## 1. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

### 1.1 Склады

Под складом понимается сложное техническое сооружение, которое состоит из множества взаимосвязанных элементов, имеющих определенную структуру и объединенных для выполнения конкретных функций по накоплению и преобразования материального потока.

Объектом данного проекта, расположенного в комнате 117а 10-го кампуса, является шкаф с 64 выдвижными ящиками, в которых различные электронные компоненты хранятся таким образом, что компоненты одного и того же семейства хранятся в одном и том же ящике и в смежных ящиках, если одного ящика недостаточно. Склады могут быть классифицированы в соответствии с различными критериями, такими как цвет, размер и функциональность.

Количество выдвижных ящиков не ограничено 64, поэтому это означает, что количество выдвижных ящиков, а также их размер можно регулировать в соответствии с потребностями пользователя. Следовательно, эти шкафы могут быть затем классифицированы в соответствии с:

- размером ящика;
- количеством ящиков;
- размером шкафа.

#### **1.1.1 Классификация по цвету**

Шкафы могут варьироваться эстетически в зависимости от выбора дизайна производителя и спецификаций пользователя. Таким образом, цвет шкафов может быть ограничен только цветовым спектром, поэтому они бывают:

- Синего
- Красного;
- Желтого;
- Коричневого;
- Белого и так далее.

#### **1.1.2 Классификация по виду хранимых материальных объектов**

Склады также могут быть классифицированы в соответствии с типичным содержимым, которое они хранят, и в зависимости от того, являются ли вид материальных объектов одинаковыми или нет, классифицируются как:

- универсальные;
- специализированные.

#### **1.1.3 Классификация по степени огнестойкости**

В конечном итоге и, что важно, шкафы можно классифицировать в соответствии с материалом, из которого они были изготовлены, что, в свою очередь, может помочь определить их уровень огнестойкости и принять необходимые меры. По огнестойкости можно разделить на:

- нестгораемые;
- трудностгораемые;
- стгораемые.

## **1.2 Способы учета**

### **1.2.1 Штрих-код**

Штрих-коды позволяют быстро, просто и самое главное точно считывать и передавать информацию о тех предметах, которые нуждаются в прослеживании и контроле. Первые штрих-коды в точках розничной торговли, контроль за перемещением, проведение инвентаризаций, определили появление более широких отраслей применения, например, учет времени посещения, контроль за рабочим процессом, за качеством, сортировкой, перемещением документов, получением и перевозкой грузов, за доступом к секретным участкам, а также многие другие применения. Из вышесказанного следует, что штрихкодирование может выполнять функции меток, поэтому рассмотрим эту технологию подробнее.

Штриховой код состоит из прямоугольных штрихов и пробелов переменной ширины. Кодирование в штриховых кодах происходит путем изменения ширины и местоположения штрихов и пробелов, представляющих числа и, в некоторых случаях, знаки. При перемещении светового источника через них, фиксируются изменения в количестве отраженного света, и полученное таким образом изображение преобразовывается в алфавитно-цифровые символы, которые, собственно, и закодированы в виде штрихового кода. Полученный код

сравнивается в компьютере с уже имеющимися кодами в базе данных, чтобы определить, какой информации он соответствует.

Другими словами, штриховой код – символьный ключ к информации в базах данных. Единственная информация, которую он несет, просто ряд чисел и символов. Его назначение - уникальная связь с информацией, сохраненной внутри компьютерной системы, которая может быть автоматически быстро, легко и точно извлечена из базы данных.

Для формирования штрих-кода имеется ряд "языков", называемых символиками, которые используют различные комбинации ширины штрихов и пробелов, чтобы кодировать символы данных. Преимущества одной символика над другой зависят от конкретного применения.

Из-за необходимости кодировать все больший объем информации технология штрихового кодирования развилась до многомерных и матричных символик, которые могут кодировать большое количество данных на меньшей площади. Примерами таких символик могут служить PDF-417, MaxiCode, DataMatrix, GS1 DataBar, Composite и т.д.

#### **1.2.1.1 Требования к нанесению штрих кода**

Общие требования к нанесению штрих кода:

- отдельные точки диаметром не менее 0.3 мм;
- тонкие линии толщиной не менее 0.25 мм;
- замкнутая рамка в виде тонкой линии должна иметь толщину в 2-3 раза превышающую минимальную для уменьшения абразивного износа линии, печатаемой поперек направления печати;
- в композиции следует избегать сочетания крупных полей и мелких элементов изображения одного цвета, текста, напечатанного вывороткой шрифтом менее 3 мм;
- при печати мелкого шрифта целесообразно использование моноширинные шрифты;

- расстояние между началом печатных элементов и краем печатного материала (пленки, пакета) должно быть не меньше 10 мм, т.е. печать с полями на вылет не допускается.

С помощью штрих-кодов сбор и запись информации становятся более быстрыми и точными процессами, что и позволяет снижать цены, сводить к нулю вероятность ошибок, а также упрощать все процессы товарооборота.

#### **1.2.1.2 Недостатки штрих-кодовой идентификации**

Теперь перейдем к недостаткам штрих-кодовой идентификации:

- данные идентификационной метки не могут дополняться – штриховой код записывается только один раз (при печати);
- небольшой объем данных – обычные штриховые коды могут поместить информацию не более 50 байт (знаков);
- данные на метку заносятся медленно – для получения штрихового кода обычно требуется напечатать его символ либо непосредственно на материале упаковки, либо на бумажной этикетке. И печать, и наклеивание липкой этикетки являются или ручными, или механизированными операциями;
- данные на метке представлены в открытой форме и не защищают товары и материальные ценности от подделок и краж;
- в целях обеспечения автоматического считывания штрихового кода регламентируется расположение штрих-кодовых меток только на внешней стороне товарной и транспортной упаковки;
- штрих-кодовые метки не защищены от воздействия окружающей среды, поскольку их необходимо размещать на внешней стороне упаковки (объекта). При хранении, обработке и транспортировке логистических единиц на них воздействуют пыль, влага и грязь;
- штрих-кодовые метки недолговечны, так как не защищены от сырости, загрязнения и т.п.

В настоящее время штрих-кодовая идентификация начинает все более вытесняться технологией радиочастотной идентификации (RFID).

### **1.2.2 RFID**

#### **1.2.2.1 Смарт-карта**

Идентификация объекта производится по уникальному цифровому коду, хранимому в памяти чипа смарт-карты и излучаемому в диапазоне радиоволн. Чип размещается непосредственно в теле пластиковой карты, тут же размещается антенна, с помощью которой производится прием и излучение радиоволн. Опрос пластиковых карт производится автоматически с помощью устройства для чтения.

Бесконтактная карта уже используется для разграничения доступа и в платежных системах. Сферы применения систем идентификации обширны: регистрация результатов спортивных соревнований; учет движения автомобилей; мониторинг местонахождения шахтеров в шахте; мониторинг грузовых объектов. На рисунке 1 показано устройство пластиковой смарт-карты.

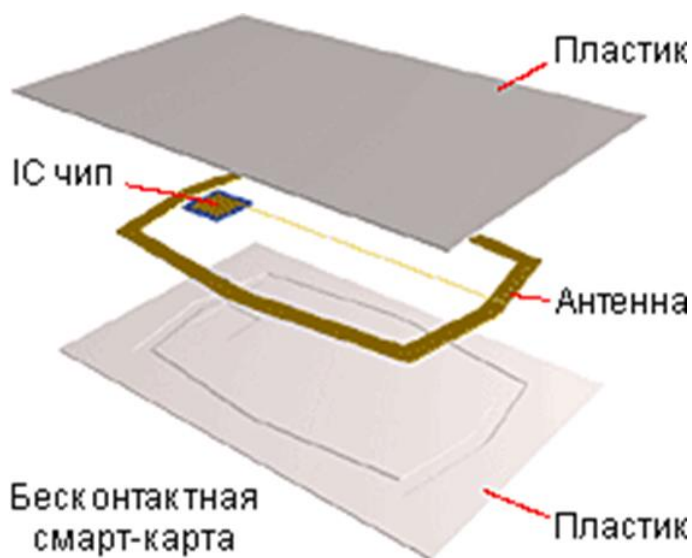


Рисунок 1 – Бесконтактная смарт-карта

#### **1.2.2.2 RFID система**

Для простоты понимания работы RFID системы, на рисунке 2 показан принцип работы системы.

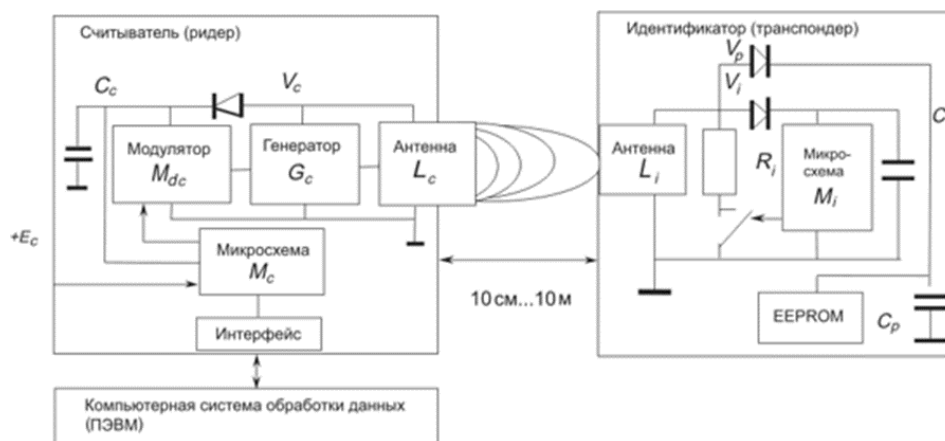


Рисунок 2 – Принцип работы RFID системы

Как показано на схеме, RFID система имеет три основных компонента: считыватель, идентификатор и компьютер. RFID считыватель имеет приемно-передающее устройство и антенну, которые посылают сигнал к тегу и принимают ответный. Основные компоненты RFID метки: чип и антенна. Чип имеет память и хранит данные об идентификационном номере или др.

Радиосигнал легко проходит через немагнитные материалы, поэтому нет никакой необходимости в контакте метки со считывателем. Данная RFID-метка является пассивной, то есть не имеет своих источников питания, так как получает энергию из сигнала считывателя.

### 1.2.2.3 Преимущества RFID-технологии

Преимущества RFID-технологии:

- для RFID не нужен контакт или прямая видимость;
- RFID-метки считываются быстро и точно (приближается к 100% идентификации)
- RFID может использоваться даже в агрессивных средах, а RFID-метки могут читаться через грязь, краску, пар, воду, пластмассу, древесину;
- пассивные RFID-метки имеют фактически неограниченный срок эксплуатации;
- RFID-метки несут большое количество информации и

могут быть интеллектуальны;

- RFID-метки практически невозможно подделать;
- RFID-метки могут быть не только для чтения, но и для записи информации.

В работе будут использованы RFID-технологии, которые, в результате проведенного сравнительного анализа показали, что лучше подходят для разрабатываемой складского комплекса.

### **1.2.3 ЕСИА**

В качестве аналога информационной системы с идентификацией пользователя можно привести Единую систему идентификации и аутентификации (ЕСИА). Предоставление государственных и муниципальных услуг в электронном виде требует инструмента для онлайн-идентификации. Функциональные возможности ЕСИА:

- пройдя идентификацию и аутентификацию в ЕСИА, в течение одного сеанса работы пользователь может обращаться к любым информационным системам, использующим ЕСИА;
- поддержка различных методов аутентификации;
- несколько уровней идентификации пользователей.

ЕСИА – это масштабная система идентификации и аутентификации, поддерживающая множество информационных систем. Разрабатываемая система не может конкурировать с ЕСИА, однако для конкретного предприятия имеет практическую значимость.

### **1.2.4 Биометрический контроль доступа**

Биометрическая идентификация - это тип системы контроля доступа, основанный на биологических качествах пользователя. В биометрической системе существуют разные методы распознавания: отпечаток пальца, лицо, глаз или кровеносный сосуд.

#### **1.2.4.1 Преимущества биометрического контроля доступа**

- обеспечивает дополнительную безопасность - этот тип

контроля доступа является более безопасным, поскольку отпечаток пальца является уникальной и неповторимой характеристикой каждого человека;

- низкие эксплуатационные расходы - как только установка завершена, этот тип контроля доступа имеет гораздо более низкие затраты на обслуживание по сравнению с другими системами;
- не требует дополнительных приспособлений для открывания двери - с контролем доступа по отпечатку пальца нет необходимости использовать традиционные клавиши, переключатели и переключающие устройства. Основываясь на выявлении уникальной характеристики человека, он обходится без этих элементов, так что ситуация потери ключей не возникает.

#### **1.2.4.2 Недостатки биометрического контроля доступа**

- Система отпечатков пальцев менее удобна в случае частого изменения списка пользователей, например, в бизнес-центрах или университетах, в которые периодически приходят новые сотрудники и студенты, или во время деловых визитов;
- Стоимость установки выше по сравнению с другими системами контроля доступа. Хотя стоимость обслуживания ниже, пользователь будет делать более высокие начальные инвестиции;
- Хотя это не так часто, в некоторых случаях конкретные лица не могут быть идентифицированы: 1% населения не может быть идентифицирован по отпечатку пальца.

## **2. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО СКЛАДА.**

### **2.1 Требования к инструментам разработки**

Необходимо создать пользовательскую/программную, инструкторскую и механическую части проекта. Пользовательский интерфейс проекта (GUI) должна быть доступна каждому зарегистрированному пользователю и пользовательский интерфейс состоит из двух частей: пользователя и администратора. Администратор

– Преподаватели и руководители, связанные с ОАР, а пользователь – зарегистрированные студенты, имеющие доступ к аудитории 117а в 10-м корпусе ТПУ.

Идентификация пользователя должна производиться посредством RFID технологий, а именно: RFID-меток и RFID-считывателя, подключенного к Arduino Uno R3. У администратора будет основная RFID-карта, позволяющая ему добавлять новых пользователей и удалять пользователей, которые в противном случае больше не имели бы доступа к электронным компонентам.

Механическая часть состоит из соленоидных замков, которые отвечают за удержание ящиков заблокированными, если пользователь не аутентифицирован, и светодиодной ленты WS2812B RGB, которая уведомляет пользователя о том, где находится выдвижной ящик, который он выбрал для открытия, путем зеленого цвета.

Среда и инструменты разработки GUI:

- Qt Creator
- Arduino IDE
- Visual Studio Code

## **2.2 Назначение и цели создания складского комплекса**

### **2.2.1 Назначение складского комплекса**

В настоящее время не существует системы, с помощью которой университет может отслеживать различные компоненты, хранящиеся в кабинете. Следовательно, нет никакого способа узнать, какие предметы нуждаются в замене, какие предметы еще доступны и были ли предметы, взятые из шкафа, ему возвращены или нет.

Первым шагом к подотчетности будет контроль за тем, кто имеет доступ к этим компонентам, и по этой причине система была задумана. Система будет работать следующим образом:

1. Студент регистрируется в базе данных склада, получает свой доступ
2. При необходимости запчасти со склада, студент ищет ее в базе данных запчастей
3. При нахождении требуемой запчасти, он ее выбирает и помещает ее в корзину и так до того момента, пока все требуемые запчасти не будут выбраны.
4. При выборе всех нужных запчастей, студент заходит в корзину и нажимает «выдать запчасти» При этом будет указано, что он несет полную ответственность, за сохранность запчастей. Система записывает время, дату, и соответственно ФИО студента.

### **2.2.2 Цели создания системы**

Основной целью системы «АвтоСклад» является введение подотчетности, следствием которой будет экономия денег университетом на покупке компонентов, которые могут быть повторно использованы, потому что с текущей системой никто не может отслеживать, были ли возвращены компоненты. Очевидно, что в основном система зависит от честности и характера пользователя. Если узнали что-то из истории, это значит полагаться на науку.

Если можно извлечь уроки из истории человечества, всегда ставьте свои деньги на науку, а не на человеческие добродетели. Данная система избавляет от риска потери компонентов и доступа этих компонентов посторонних лиц. Главное преимущество заключается в том, что вся информация может находиться в EEPROM микроконтроллера.

### **2.2.3 Целевая аудитория**

Целевая аудитория для этой системы - это, в основном, любая организация или частное лицо, которое желает повысить ответственность в среде, в которой работают несколько человек с разными уровнями прав доступа. В качестве примера была использована комната 117а в 10-м

кампусе университета, в которой стоит шкаф с 64 ящиками.

#### **2.2.4 Требования к разграничению прав доступа**

При работе с проектом все пользователи будут разделены на 3 группы, в соответствии с правами доступа (возможность добавления и удаление пользователя, возможность иметь доступ к компонентам или нет и т.д.):

- пользователь (незарегистрированные);
- пользователь (зарегистрированные);
- администраторы сайта.

### **2.3 Требования к дизайну**

#### **2.3.1 Общие требования**

GUI проекта можно описать как современный, простой. В качестве фонового цвета рекомендуется использовать оттенки голубого. Оформление не должно ущемлять информативность и функциональность, он должен быть удобен пользователям в плане навигации, а также должен четко освещать последствия игнорирования условий временного доступа

#### **2.3.2 Эскиз страницы**

В верхней части страницы должна располагаться шапка (меню, вход в систему). Средняя часть страницы должна представлять собой основную контентную часть. В нижней часть должны располагаться консоль для отображения действий и предупреждений пользователю в реальном времени.

#### **2.3.3 Требования к пользовательскому интерфейсу**

Программное обеспечение должно удовлетворять следующим требованиям:

- Windows 7,8,8.1,10
- MacOS;
- Unix/Linux.

## 2.4 Структурная схема проекта

### 2.4.1 Выбор контроллера

Для систем контроля доступа, которые имеют различные компоненты, которые принимают информацию, необходим мозг, который обрабатывает данные и обеспечивает согласованное выполнение задач.

За это отвечает контроллер, поэтому выбор контроллера для проекта является важным фактором для его завершения. Был проведен анализ нескольких контроллеров в таблице 1.

Таблица 1 - анализ нескольких контроллеров

|                                  |           |              |                |
|----------------------------------|-----------|--------------|----------------|
| <b>Модель:</b>                   | Stm32F4   | Beaglebone   | Arduino Uno R3 |
| <b>Число вводов-выводов</b>      | 16        | 40           | 20             |
| <b>Флеш-память</b>               | 128 Кб    | 4 Гб         | 32 Кб          |
| <b>Легкость программирования</b> | -         | -            | +              |
| <b>EEPROM</b>                    | -         | -            | +              |
| <b>цена:</b>                     | 2500 руб. | 3906.99 руб. | 314.33 руб.    |

#### 2.4.1.1 Stm32F4

Основанные на ARM Cortex-M4 микроконтроллеры серии STM32F4 (рис.3) являются продолжением ведущей линейки STM32, обладая еще более высокой производительностью. Так же, как серия STM32F2, эти микроконтроллеры изготавливаются по 90нм-технологии и используют запатентованный ST Microelectronics'ом ART Accelerator для достижения наилучших результатов тестов среди основанных на ядре Cortex-M микроконтроллеров, достигая показателей в 225 DMIPS/606 CoreMark и работая с флеш-памятью на частоте 180 МГц.

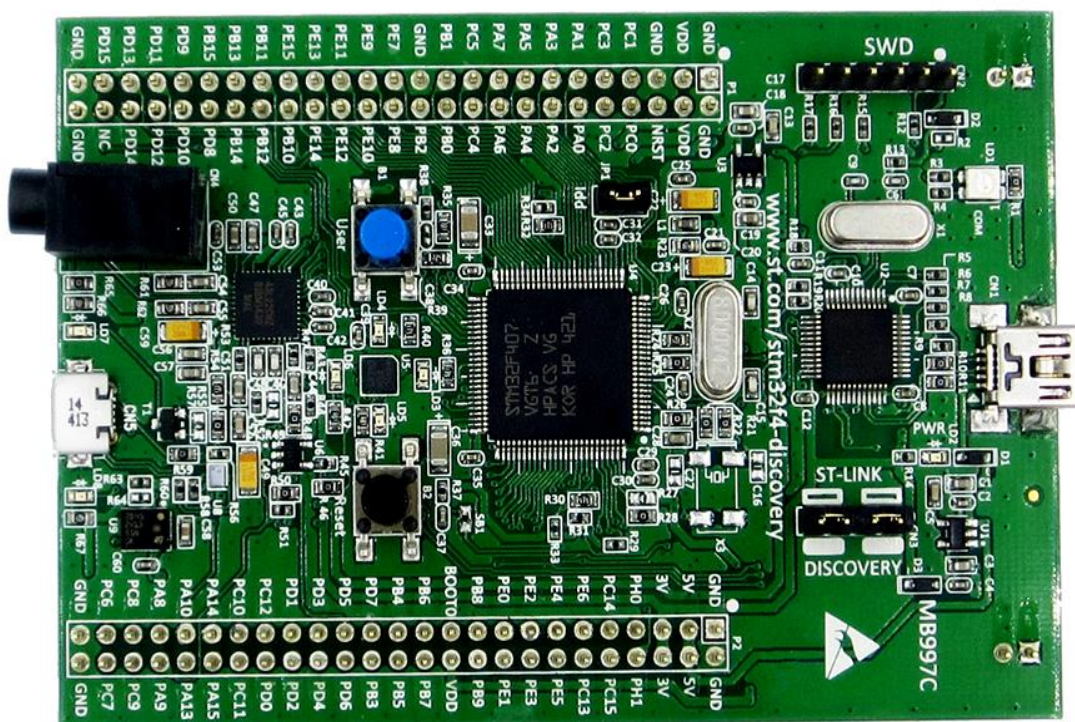


Рисунок 3 – Микроконтроллер STM32F4

Инструкции DSP и модуль операций с плавающей точкой дают возможность применять данные контроллеры в широком спектре проектов. Динамическое потребление питания позволяет снизить потребление тока при выполнении кода из флеш-памяти до 140 мкА/МГц для STM32F401 (максимальная частота до 84 МГц) и до 238 мкА/МГц для STM32F42х/43х, работающих на частоте до 180 МГц. Микроконтроллер описывается следующими характеристиками:

- до 1Мб флэш-памяти, 256 Кб оперативной памяти в пакете LQFP144;
- бортовой ST-LINK/V2 с выбором переключатель режима для того, чтобы использовать в набор входит в качестве отдельного;
- T-LINK/V2 (с разъемом SWD для программирования и отладки);
- плата источника питания: через usb или от внешнего источника 3 V или 5 V напряжение питающей сети;

- SDRAM (синхронное динамическое ОЗУ 64 Мбит/с);
- L3GD20, ST MEMS датчик движения, 3-axis гироскоп с цифровым выходом гироскопа;
- два порта USB OTG светодиодов: LD5 (зеленый) VBUS и LD6 (красный) OC (перегрузок по току);
- удлинитель для LQFP144 I/Os для быстрого подключения к прототипной плате.

#### 2.4.1.2 Beaglebone black

BeagleBone Black - это недорогая платформа для разработчиков, поддерживаемая сообществом. Однако, микроконтроллер BeagleBone Black (рис. 4) в основном используется экспертами, поскольку требует сложного программирования и, кроме того, он дорог, что делает его менее эффективным.

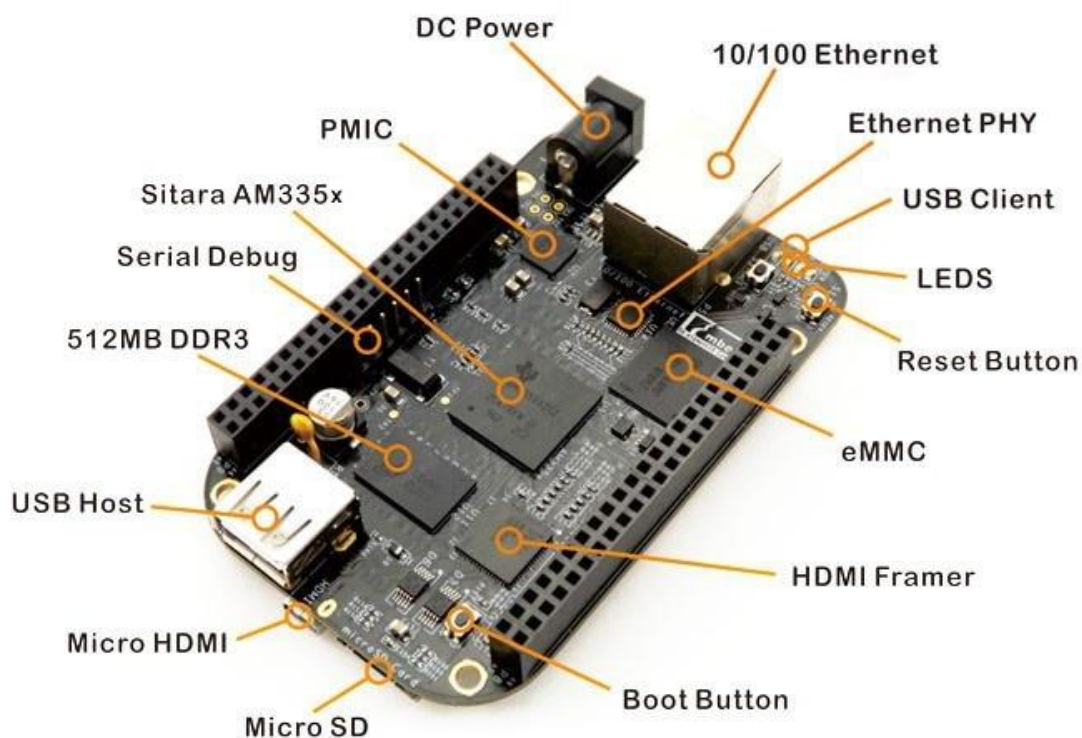


Рисунок 4 - BeagleBone Black

Микроконтроллер обладает следующими характеристиками:

- 1 ГГц ARM® Cortex-A8

- SGX530 Графика двигателя
- Программируемая подсистема блока в реальном времени
- SDRAM (синхронное динамическое ОЗУ: 512 Мб DDR3L 800 МГц);
- разъем SD/MMC для microSD;
- отладки Поддержка: Спецзаказу 20-контактный разъем CTI JTAG, последовательный заголовок;
- миниusb USB или DC разъем;
- 5VDC внешний через расширительный разъем;
- высокая скорость USB 2,0 порт клиента: доступ к USB0, режим клиента через миниusb;
- Серийный Порты и разъёмы: UART0 доступ через 6 pin 3,3 V;
- 10/100 M Ethernet (RJ45);
- Lcd, UART, eMMC;
- ADC, I2C, SPI, ШИМ;
- операционная Мощность: 5 V/0.35A.

#### **2.4.1.3 Arduino Uno R3**

Был выбран микроконтроллер Arduino так как он дешевый и в нем содержатся ключевые функции, которые необходимы для реализации этого проекта. Arduino Uno R3 представляет собой плату микроконтроллера на основе съемного микроконтроллера ATmega328 AVR с двумя встроенными модулями (DIP). Он имеет 20 цифровых входов / выходов (из которых 6 могут использоваться как ШИМ-выходы, а 6 - как аналоговые входы).

На него можно загрузить программы из простой в использовании компьютерной программы Arduino. Arduino имеет обширное сообщество поддержки, что позволяет очень легко начать работу со встроенной

электроникой. R3 - третья и последняя версия Arduino Uno. Микроконтроллер показан ниже (рис. 5).



Рисунок 5 - Arduino Uno R3

Микроконтроллер обладает следующими характеристиками:

- Тактовая частота: 16 МГц;
- Флэш-память: 32 КБ, из которых 0,5 КБ используется загрузчиком
- 2 КБ SRAM, 1 КБ EEPROM
- Питание -5v;
- 14 цифровых входов/выходов (из которых 6 обеспечивают выход ШИМ);
- 6 аналоговых входов.

### **Преимущества Arduino Uno R3**

- Недорого - платы Arduino относительно недороги по сравнению с другими платформами микроконтроллеров. Самый дешевый вариант модуля Arduino можно собрать вручную, и даже предварительно собранные модули Arduino стоят менее 3000 рублей.

- Кроссплатформенность - Программное обеспечение Arduino (IDE) работает в операционных системах Windows, Macintosh OSX и Linux. Большинство микроконтроллерных систем ограничены Windows.

- Простая, понятная среда программирования - Arduino Software (IDE) проста в использовании для новичков, но достаточно гибка для опытных пользователей, чтобы также воспользоваться ее преимуществами. Для учителей он удобен, основан на среде программирования Processing, поэтому студенты, обучающиеся программированию в этой среде, будут знакомы с тем, как работает Arduino IDE.

- Программное обеспечение с открытым исходным кодом и расширяемое программное обеспечение. Программное обеспечение Arduino выпускается в виде инструментов с открытым исходным кодом, доступных для расширения опытными программистами. Язык может быть расширен с помощью библиотек C ++, и люди, желающие понять технические детали, могут перейти от Arduino к языку программирования AVR C, на котором он основан.

- Открытый исходный код и расширяемое оборудование. Планы плат Arduino публикуются под лицензией Creative Commons, поэтому опытные конструкторы схем могут создать собственную версию модуля, дополнив его и улучшив его. Даже относительно неопытные пользователи могут создать макетную версию модуля, чтобы понять, как он работает, и сэкономить деньги.

#### **2.4.2 Виды замков**

Хотя в основном они выполняют одни и те же задачи, замки отличаются друг от друга своей функциональностью и способами достижения этой функциональности. В результате существуют различные виды замков, среди которых электромагнитные и механические (рис. 6), но для целей данного проекта были выбраны электромагнитные замки (рис.7

7), так как они могут управляться непосредственно контроллером без использования реле.

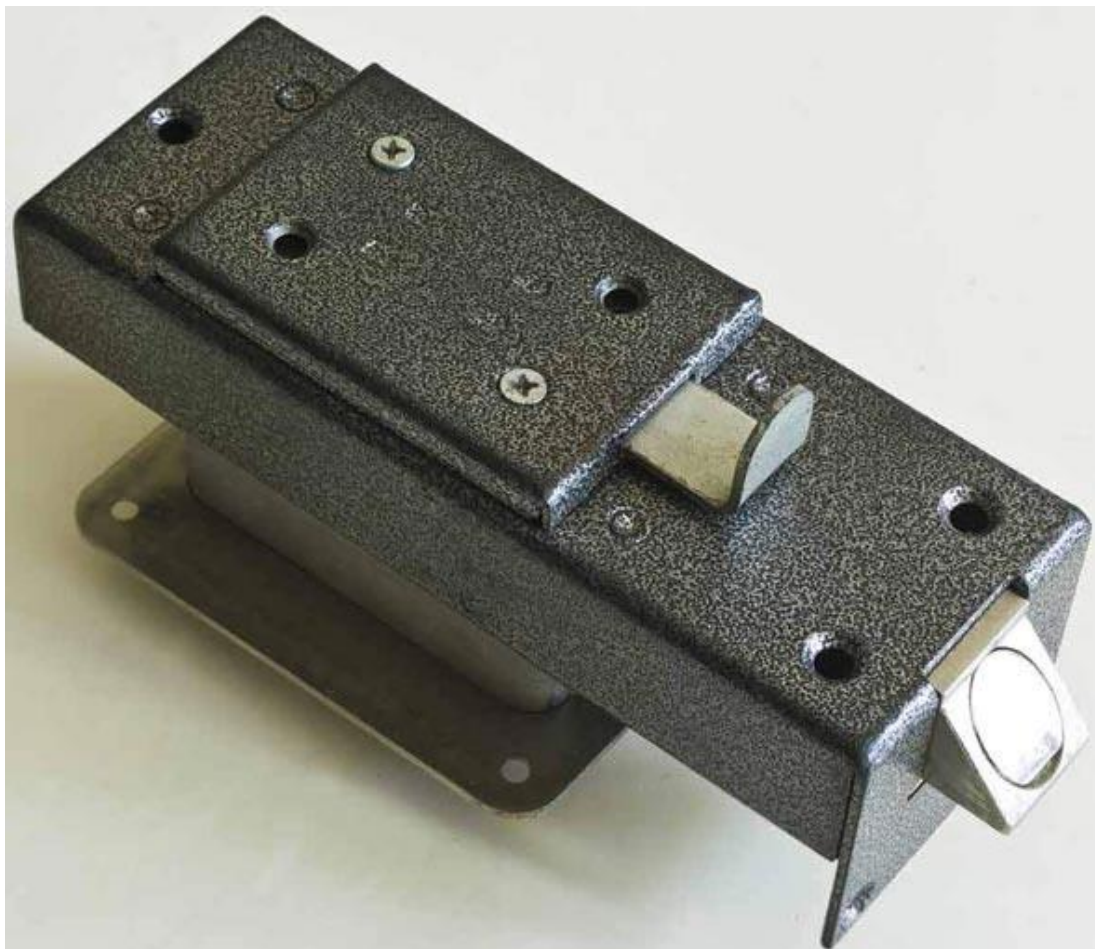


Рисунок 6. Пример механического замки

Использование ретрансляторов повлекло бы за собой рост расходов на этот проект.

### **Электромагнитный замок**

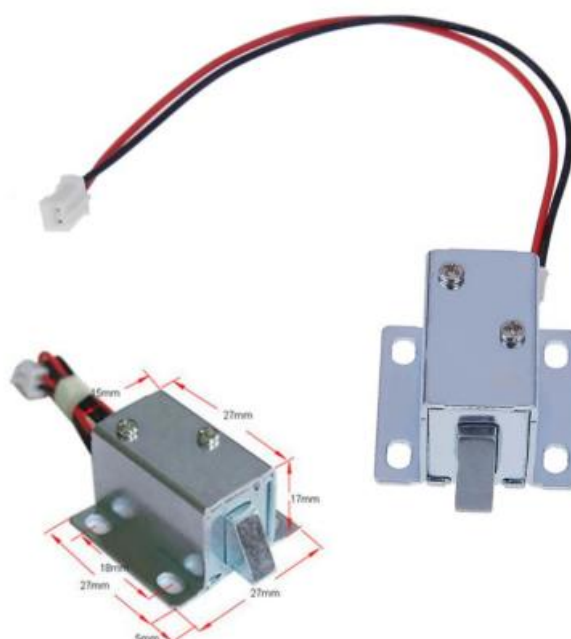


Рисунок 7 - Электромагнитный замок

В описании замка выделено, что его можно использовать его можно использовать в качестве ведущего органа электронного замка. Он может быть применен на разных складах, таких как файловые шкафы, шкафы для хранения, ящики, и т.д., и широко используется на фабриках, шахты, школы, банки и т.д. Замок обладает следующими характеристиками:

- размер продукта: 3,3x2,7x1,7 см/1.3x1.06x0.67in
- вес изделия: 35 г
- категория продукта: 6 V/12 V Универсальный
- сфера деятельности:
- тяговый ход: 0 ~ 4 мм
- всасывание: 4 мм  $\geq$  80 г (0,35 а) кг
- режим работы: Питание на 90%, интервал
- температура окружающей среды: -25 ~ 80 градусов Цельсия
- относительная влажность: 45% ~ 80%
- атмосферное давление: 86 ~ 106кПа
- продолжительность жизни: 10000000 раз

## **Особенности**

- ультратонкий дизайн, компактный и деликатный, легкая установка;
- безопасность и стабильность: корпус замка изготовлен из железного материала, жесткий и стабильный;
- режим работы: электрифицируйте разблокировку, закройте дверной замок, приложение простое;
- низкое энергопотребление: напряжение 6В/12В/24В три характеристики, ток только около 350мА/600мА/1.2А, мощность мгновенного триггера разблокировка
- длительный срок службы: тест на старение: 100 тысяч раз, прочный
- направленная: симметричный дизайн, яркая обработка, независимо от положительного, отрицательного, левого, правого, универсальная установка, удобная
- способы установки: смонтированы, скрыты, встроены произвольные установки, 360 градусов со всех углах применимы;
- безопасность: анти-вибрация, анти-ловля, бурение, открытая технология дизайна для различных продуктов шкафа

## **Принцип работы**

Электромагнитный клапан представляет собой клапан с электромеханическим управлением. Клапан имеет соленоид, представляющий собой электрическую катушку с подвижным ферромагнитным сердечником в центре. Это ядро называется плунжером. В положении покоя поршень закрывает ящик. Электрический ток через катушку создает магнитное поле. Магнитное поле оказывает силу на поршень. В результате поршень тянется к центру катушки, так что ящик открывается. Это основной принцип, который используется для открытия и закрытия электромагнитных замков.

### 2.4.3 RFID

MF RC522 применяется для высоко интегрированной бесконтактной карты чтения и записи 13,56 МГц. Микросхема была создана для защиты с помощью низковольтной, недорогой бесконтактной карты небольшого размера для чтения и записи, что делает ее лучшим и неоспоримым выбором для контроля доступа.

MF RC522 использует усовершенствованную концепцию модуляции и демодуляции, полностью интегрированную во все типы 13,56 МГц. Это также облегчает пассивные бесконтактные методы связи и протоколы. MFRC522 поддерживает серию высокоскоростной бесконтактной связи MIFARE, двустороннюю скорость передачи данных до 424 кбит / с.

Связь между ним и режимом SPI хоста помогает уменьшить узкий объем платы, что, в свою очередь, приводит к снижению затрат. На рисунке 8 показана схема подключения RFID- считыватель к Arduino:

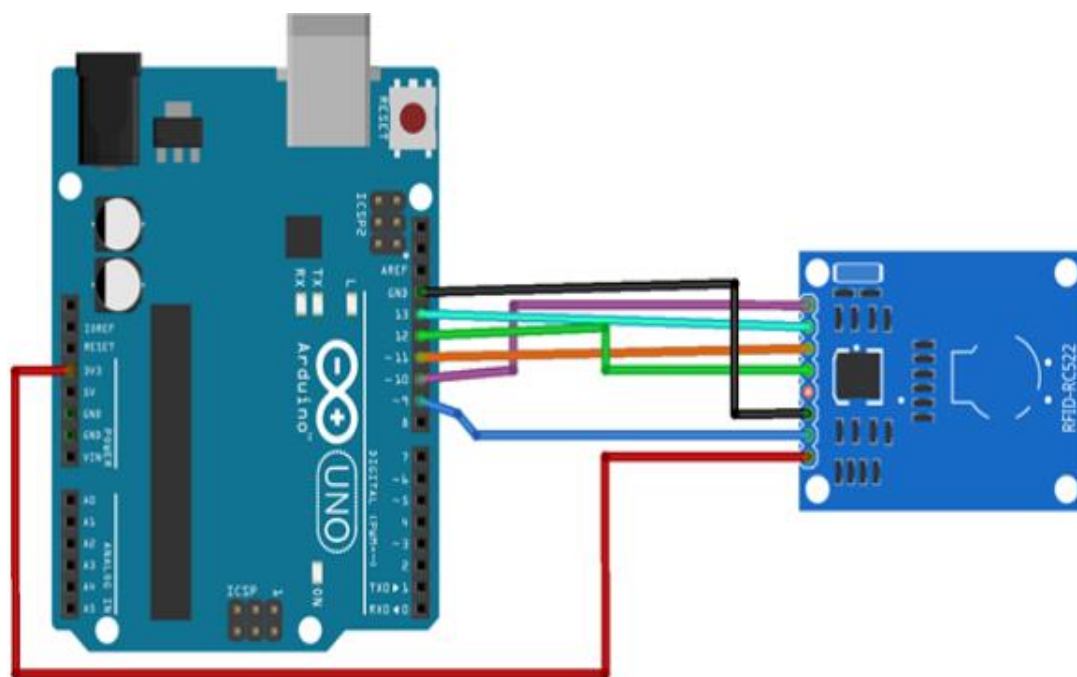


Рисунок 8. Схема подключения RFID- считыватель к Arduino

#### Электрические параметры

- Рабочий ток: 13-26мА/DC 3,3В;

- Ток холостого хода: 10-13 мА/DC 3,3 В;
- Ток сна: <80μА;
- Пиковый ток: <30 мА;
- Рабочая частота: 13,56 МГц

#### Физические характеристики

- Размер: 40 мм × 60 мм
- Температура окружающей среды: -20-80 градусов Цельсия
- Температура хранения окружающей среды: -40-85 градусов Цельсия
- Относительная влажность: Относительная влажность 5%-95%
- Модуль интерфейса SPI параметр
- Скорость передачи данных: максимум 10 Мбит/с

#### 2.4.4 Светодиоды

WS2812B - это светодиодный источник света с интеллектуальным управлением, в котором схема управления и микросхема RGB объединены в один светодиод (Рисунок 8). Он включает в себя интеллектуальную цифровую защелку порта передачи данных и схему возбуждения с изменением формы сигнала.



Рисунок 9. Светодиод WS2812B

Он также оснащен прецизионным внутренним генератором и программируемой деталью на 12В для постоянного контроля тока, что эффективно обеспечивает постоянство высоты цвета света точки пикселя.

### **Особенности и преимущества**

- схема управления и светодиод имеют общий источник питания;
- схема управления и микросхема RGB встроены в светодиод;
- встроенная схема изменения сигнала, которая гарантирует, что искажение формы волны не накапливается.
- встроенная электрическая схема сброса и схема сброса потерянного питания.
- каскадный порт передачи сигнала по одной линии.
- отправляет данные со скоростью 800 Кбит/с, что практически мгновенно.
- последовательное и экономически эффективное.

Из вышеперечисленных характеристик ясно, что светодиоды требуют низкого напряжения возбуждения, что благоприятно для сохранения окружающей среды, так как расходуется меньше энергии.

Светодиоды также являются программируемыми, поэтому они использовались в этом проекте, чтобы уведомить пользователя, какой ящик был открыт. Благодаря интеграции чипа в светодиод он компактен и удобен в установке. Поэтому эти светодиоды были выбраны для этого проекта, так как они выполняют все необходимые для них цели

## **3. РЕАЛИЗАЦИЯ**

Система была опробована на двух разных электронных схемах (Рисунок 10 и 11) нарисована в программе Fritzing, но в конце концов была выбрана вторая схема (Рисунок 11) в основном из-за ее гибкости и простоты реализации.

### 3.1 Реализация по первой схеме

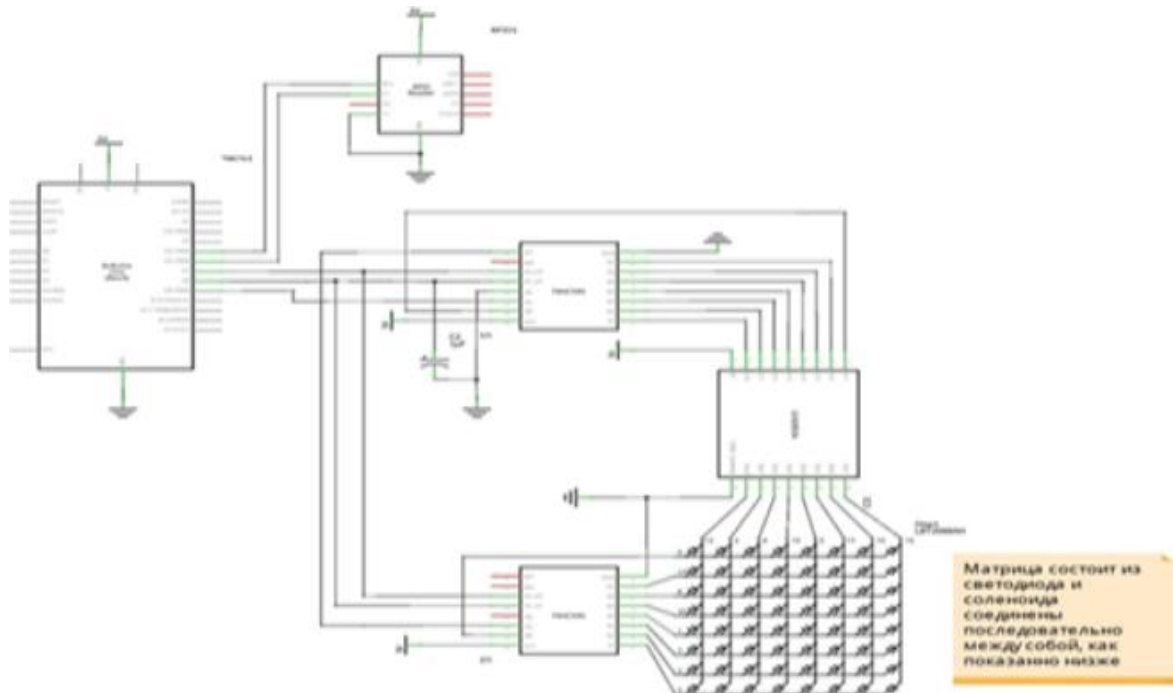


Рисунок 10 – электронная схема для системы

### 3.2 Реализация по второй схеме

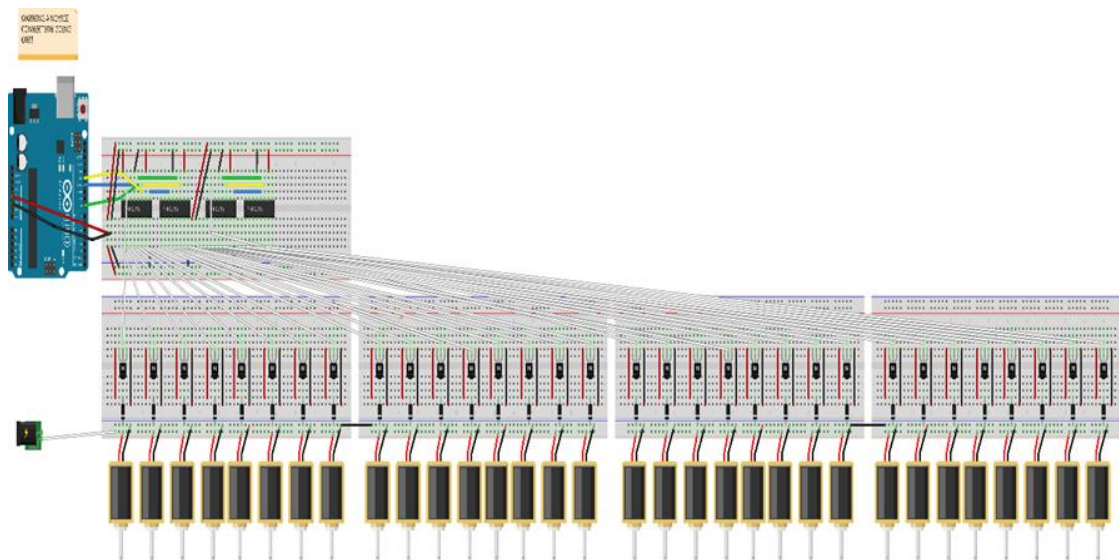


Рисунок 11 – электронная схема для системы

Необходимо было сделать несколько небольших изменений в рабочей схеме, чтобы сделать ее компактной, и поэтому транзисторы были заменены несколькими микросхемами ULN2003/4an.

### 3.3 Сборка прототипа

Микроконтроллер был запрограммирован на языке программирования «C++» в среде разработки «Visual Studio Code» с помощью плагина называется «PlatformIO».

Был реализован протокол передачи данных сверху TCP/IP для организации взаимосвязи между контроллером и компьютером через USB serial port. Для этого была использована библиотека «SPI.h»

Дальше был реализован функции чтения и запись RFID-ключ с помощью библиотеки «MFRC522.h», а «FastLed.h» была использована для управления светодиодах WS2812B.

### 3.4 GUI

Приложения для тестирования прототипа устройства было разработано в интегрированной среде разработки «Qt Creator» на языке программирования «C++» (рис. 12). Был реализован подключение к устройству по локальному соединению TCP/IP и интерфейс для открытия ящика.

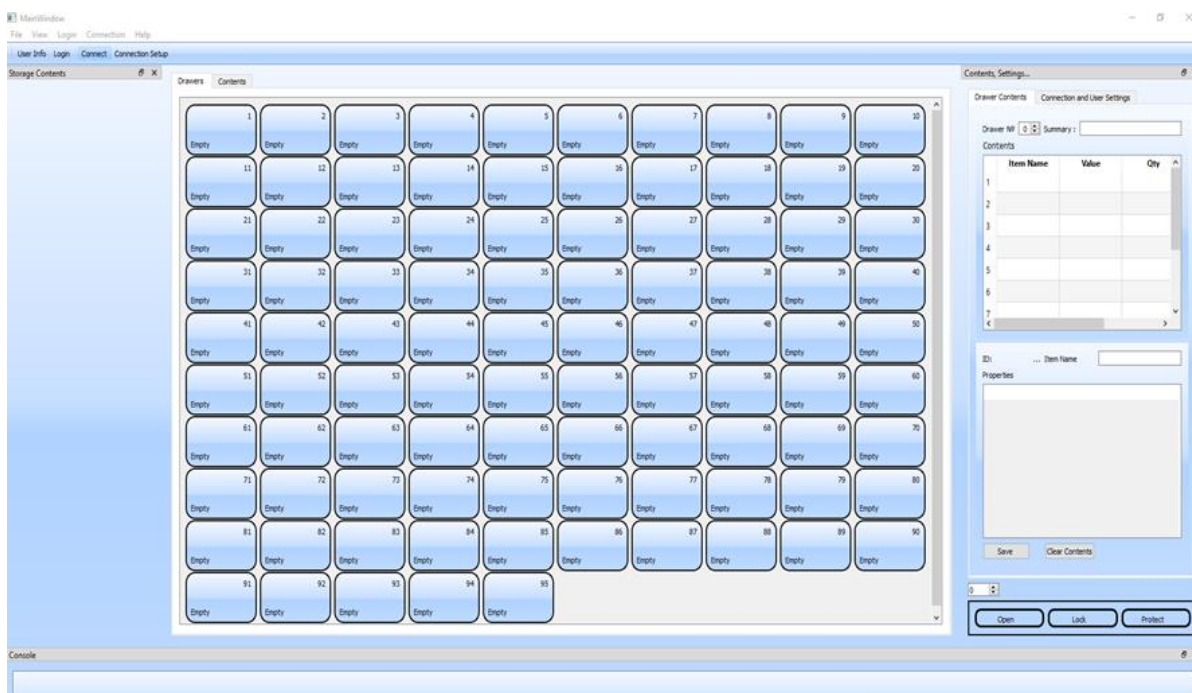


Рисунок 12 – Интерфейс приложения для работы с прототипом разработан в «Qt Creator»

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения ВКР была разработан складской комплекс «АвтоСклад» для учета и хранения электронных компонентов. Данная система готова к дальнейшему применению, однако требует доработок.

При разработке информационной системы были использованы существующие технологии программирования. Наиболее подходящим языком программирования для выполнения задачи оказался C++ целенаправленный на работу с Arduino, а для разработки пользовательского интерфейса Qt Creator.

Разработанная информационная система полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявленным в техническом задании. В целях дальнейшего улучшения системы представляется возможным соединение к базе данных ОАР.

## **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **4.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Важно провести анализ на целевом рынке, чтобы лучше понять пользователей и, следовательно, определить, оценить эффективность исследования, и полный анализ не может обойтись без сегментирования целевого рынка.

Предметом исследования является система контроля доступа с использованием уникальных идентификаторов, а в исследовании использовались карты Rfid. Система была специально создана для комнаты 117а в 10-м кампусе ТПУ, хотя она может быть модифицирована так, чтобы она подходила любому пользователю для любых занятий, связанных с необходимостью обеспечения безопасности. Поэтому целесообразно отметить, что отдельные лица, частные лица, а также коммерческие и образовательные учреждения могут использовать систему по своему усмотрению.

### **4.2 Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо производить систематически, так как рынки пребывают в постоянном движении. Необходим подробный анализ конкуренции, поскольку он помогает обеспечить уникальность предмета научного исследования, давая ему постоянный шанс и помогая его шансам на выживание на рынке.

Технология QuaD (QUality ADvisor) это инструмент измерения характеристик, который описывает качество новой разработки, а также ее перспективность на рынке. Технология позволяет принимать решение о целесообразности вложения капитала в НИР. Технология может

использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенным образом снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов. Оценочная карта представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки                                              | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (3x2) |
|--------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <b>Показатели оценки качества разработки</b>                 |              |       |                   |                              |                                 |
| 1.Энергоэффективность                                        | 0,09         | 98    | 100               | 0,98                         | 8,82                            |
| 2. Надежность                                                | 0,12         | 97    | 100               | 0,97                         | 11,64                           |
| 3.Потребность в ресурсах памяти                              | 0,11         | 99    | 100               | 0,99                         | 10,89                           |
| 4.Качество пользовательского интерфейса                      | 0,10         | 75    | 100               | 0,75                         | 7,5                             |
| 5.Масштабируемость разработки                                | 0,14         | 90    | 100               | 0,90                         | 12,6                            |
| 6.Безопасность                                               | 0,07         | 92    | 100               | 0,92                         | 6,44                            |
| 7.Простота эксплуатации                                      | 0,13         | 97    | 100               | 0,97                         | 3,88                            |
| 8. Ремонтопригодность                                        | 0,09         | 98    | 100               | 0,98                         | 8,82                            |
| <b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b> |              |       |                   |                              |                                 |
| 1.Конкурентоспособность                                      | 0,10         | 87    | 100               | 0,87                         | 8,7                             |
| 2.Перспективность рынка                                      | 0,10         | 93    | 100               | 0,93                         | 9,3                             |
| 3.Уровень проникновения на рынок                             | 0,04         | 91    | 100               | 0,91                         | 3,64                            |
| <b>Итого</b>                                                 | <b>1</b>     |       |                   |                              | <b>91,69</b>                    |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot Б_i,$$

где  $П_{\text{ср}}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $П_{\text{ср}}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $П_{\text{ср}}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Полученное значение  $П_{\text{ср}}$  составляет 91,69, что свидетельствует о том, что такая разработка считается перспективной.

#### **4.3 SWOT-анализ**

Для исследования внутренней и внешней среды проекта был проведен комплексный анализ научно-исследовательского проекта – SWOT-анализ. Итоговая матрица SWOT-анализа, полученная в результате реализации всех этапов исследования, приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица SWOT-анализа

|                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Низкая стоимость.</p> <p>С2. Масштабируемость проекта.</p> <p>С3. Низкое энергопотребление.</p> <p>С4. Простота конструкции.</p> <p>С5. Охват нескольких сегментов рынка, в то числе коммерческие организации и частные лица</p>                     | <p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Неустойчивость к помехам.</p> <p>Сл2. Малая вычислительная мощность.</p> <p>Сл3. Время разработки.</p>                                                                                                                       |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Расширение области применения.</p> <p>В2. Выход на иностранный рынок.</p> <p>В3. Узкая направленность разработок конкурентов.</p> <p>В4. Учет индивидуальных требований пользователей</p> | <p>За счёт дешевизны и масштабируемости проекта появляется возможность осваивания новых отраслей применения устройства и расширения функционала. Учет индивидуальных требований заказчика позволяет увеличить качество продукта и быстродействие, а также дает возможность использования проекта иностранными клиентами.</p> | <p>Изменение правительственной политики позволит выйти на новые рынки, с меньшими требованиями по помехозащищенности. При осваивании новых отраслей и выходе на иностранный рынок возможно появление и увеличение команды разработчиков и бюджета, что приведет к уменьшению времени разработки.</p> |

|                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Угрозы:</b><br>У1. Направленность продукта на узкую группу потребителей.<br>У2. Экономический кризис<br>У3. Высокая конкуренция на рынке.<br>У4. Появление новых технологий. | Низкая стоимость проекта позволит расширить круг потребителей.<br>Наличие большого количества комплектаций и вариантов использования продукта, позволит сохранить спрос на продукт в кризис. | Увеличение функционала и мощности системы позволит стать системе более конкурентно способной. Выход на иностранные рынки позволят сохранить спрос при неблагоприятном изменении государственной политики по отношении отрасли. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

По результатам SWOT-анализа можно сделать выводы о том, что необходимо развивать и поддерживать на высоком уровне такие сильные стороны проекта, как низкая себестоимость, масштабируемость проекта и низкое энергопотребление. Наличие слабых сторон, таких как малая вычислительная мощность, время разработки снижают конкурентоспособность продукта, что может быть решено в будущем путем реализации новых возможностей.

#### **4.4 Планирование научно-исследовательских работ**

##### **4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения исследования необходимы исполнители в лице руководителя и инженера. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                           | № раб. | Содержание работ                                                                        | Должность исполнителя |
|----------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Разработка технического задания                          | 1      | Составление и утверждение технического задания                                          | Руководитель, инженер |
| Теоретические исследования                               | 2      | Подбор и изучение материалов по теме                                                    | Инженер               |
|                                                          | 3      | Изучение существующих систем                                                            | Инженер               |
|                                                          | 4      | Календарное планирование работ по теме                                                  | Руководитель, инженер |
|                                                          | 5      | Подбор компонентов для реализации системы                                               | Инженер               |
| Проведение ОКР                                           |        |                                                                                         |                       |
| Разработка и проектирование системы                      | 6      | Покупка комплектующих                                                                   | Инженер               |
|                                                          | 7      | Сборка системы                                                                          | Инженер               |
|                                                          | 8      | Создание программной части                                                              | Инженер               |
|                                                          | 9      | Тестирование и отладка работы системы                                                   | Руководитель, инженер |
| Обобщение и оценка результатов                           | 10     | Оценка полученных результатов                                                           | Руководитель          |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 11     | Проведение технико-экономических расчетов и оценка безопасности и экологичности проекта | Инженер               |
|                                                          | 12     | Составление пояснительной записки                                                       | Инженер               |

#### 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

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

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Представим ленточный график в форме диаграммы Гранта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого

необходимо воспользоваться формулой:

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

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22, \quad (4)$$

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

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

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

Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы                                | Трудоемкость работы            |         |                                |         |                               |         | Длительность<br>ость<br>работы в<br>рабочих<br>днях, T <sub>pi</sub> |         | Длительность<br>работы в<br>календарных<br>днях, T <sub>ki</sub> |         |
|------------------------------------------------|--------------------------------|---------|--------------------------------|---------|-------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                | t <sub>min</sub> , чел-<br>дни |         | t <sub>max</sub> , чел-<br>дни |         | t <sub>ож</sub> , чел-<br>дни |         |                                                                      |         |                                                                  |         |
|                                                | Руководитель                   | Инженер | Руководитель                   | Инженер | Руководитель                  | Инженер | Руководитель                                                         | Инженер | Руководитель                                                     | Инженер |
| Составление и утверждение технического задания | 3                              | 3       | 6                              | 6       | 4,2                           | 4,2     | 2,1                                                                  | 2,1     | 2,562                                                            | 2,562   |
| Подбор и изучение материалов по теме           |                                | 7       |                                | 12      |                               | 9       |                                                                      | 9       |                                                                  | 10,98   |
| Изучение существующих систем                   |                                | 3       |                                | 5       |                               | 3,8     |                                                                      | 3,8     |                                                                  | 4,636   |

|                                                                         |   |   |   |    |     |      |     |      |       |        |
|-------------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|-----|------|-----|------|-------|--------|
| Календарное планирование работ по теме                                  | 1 | 1 | 3 | 3  | 1,8 | 1,8  | 0,9 | 0,9  | 1,098 | 1,098  |
| Подбор компонентов для реализации системы                               |   | 2 |   | 8  |     | 4,4  |     | 4,4  |       | 5,368  |
| Покупка комплектующих                                                   |   | 1 |   | 1  |     | 1    |     | 1    |       | 1,22   |
| Сборка системы                                                          |   | 8 |   | 20 |     | 12,8 |     | 12,8 |       | 15,616 |
| Создание программной части                                              |   | 5 |   | 10 |     | 7    |     | 7    |       | 8,54   |
| Тестирование и отладка работы1 системы                                  | 3 | 3 | 7 | 7  | 4,6 | 4,6  | 2,3 | 2,3  | 2,806 | 2,806  |
| Оценка полученных результатов                                           | 2 |   | 5 |    | 3,2 |      | 3,2 |      | 3,904 |        |
| Проведение технико-экономических расчетов и оценка безопасности проекта |   | 6 |   | 12 |     | 8,4  |     | 8,4  |       | 10,248 |
| Составление пояснительной записки                                       |   | 8 |   | 13 |     | 10   |     | 10   |       | 12,2   |
| Итого                                                                   |   |   |   |    |     |      | 8,5 | 61,7 | 10,37 | 75,274 |

На основе полученной таблицы 5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Календарный план-график выполнения проекта

| №<br>работ | Вид работ                                                               | Исполнители           | $T_{ki}$ ,<br>кал. дн. | Продолжительность выполнения работ |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------|---|---|------|---|---|------|---|---|-----|---|---|
|            |                                                                         |                       |                        | февр.                              |   |   | март |   |   | апр. |   |   | май |   |   |
|            |                                                                         |                       |                        | 1                                  | 2 | 3 | 1    | 2 | 3 | 1    | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 |
| 1          | Составление и утверждение технического задания                          | Руководитель, инженер | 3                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 2          | Подбор и изучение материалов по теме                                    | Инженер               | 11                     |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 3          | Изучение существующих систем                                            | Инженер               | 5                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 4          | Календарное планирование работ по теме                                  | Руководитель, инженер | 1                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 5          | Подбор компонентов для реализации системы                               | Инженер               | 5                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 6          | Покупка комплектующих                                                   | Инженер               | 1                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 7          | Сборка системы                                                          | Инженер               | 16                     |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 8          | Создание программной части                                              | Инженер               | 9                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 9          | Тестирование и отладка работы системы                                   | Руководитель, инженер | 3                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 10         | Оценка полученных результатов                                           | Руководитель          | 4                      |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 11         | Проведение технико-экономических расчетов и оценка безопасности проекта | Инженер               | 10                     |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |
| 12         | Составление пояснительной записки                                       | Инженер               | 12                     |                                    |   |   |      |   |   |      |   |   |     |   |   |

■ - инженер

▨ -

руководитель

## 4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

### 4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расх\ i} \quad (5)$$

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;

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

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 7 сведены данные о материальных затратах на научное исследование.

Таблица 7 – Материальные затраты НТИ

| Наименование                          | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (Зм), руб. |
|---------------------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------|
| Ноутбук Acer aspire ethos 7951g       | Шт.               | 1          | 42000             | 42 000                           |
| Микроконтроллер Arduino Uno R3        | Шт.               | 1          | 226,82            | 226,82                           |
| 12В соленойдные замки                 | Шт.               | 64         | 105,37            | 6743,68                          |
| RGB WS2812B светодиоды                | Шт.               | 64         | 7,76              | 496,49                           |
| 12В, 1А Блок питание                  | Шт.               | 1          | 232,18            | 232,18                           |
| Соединительные кабели для WS2812B 15м | Шт.               | 1          | 838,96            | 838,96                           |
| Соединительные кабели для замков 10м  | Шт.               | 1          | 906,07            | 906,07                           |

Таблица 7 – Материальные затраты НТИ (продолжение)

|                                        |     |    |       |          |
|----------------------------------------|-----|----|-------|----------|
| Darlington array<br>ULN2008            | Шт. | 8  | 15    | 120      |
| Двиговой регистр<br>SN74HC595N         | Шт. | 8  | 12    | 96       |
| Диод 1N4004                            | Шт. | 64 | 18    | 1152     |
| MFRC522 RFID<br>беспроводной<br>модуль | Шт. | 1  | 86,92 | 86,92    |
| Соединительная<br>пластина             | Шт. | 64 | 25    | 1600     |
| Затраты на транспортировку, 3%         |     |    |       | 1 634,97 |
| Итого                                  |     |    |       | 56134,09 |

Таким образом материальные затраты составили 56 134.09 рублей.

#### 4.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. 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 –30 % от тарифа или оклада.

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

$$З_{ЗП} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6)$$

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

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

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (8)$$

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;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Инженер |
|----------------------------------------------|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    | 52           | 52      |
| – выходные дни                               | 14           | 14      |
| – праздничные дни                            |              |         |
| Потери рабочего времени                      | 48           | 48      |
| – отпуск                                     |              |         |
| – невыходы по болезни                        |              |         |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 251          | 251     |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (9)$$

где  $Z_{\text{ТС}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Расчет основной платы представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители | Оклад | $k_{\text{пр}}$ | $k_{\text{д}}$ | $k_{\text{р}}$ | $Z_M$ ,<br>руб | $Z_{\text{дн}}$ ,<br>руб. | $T_p$ ,<br>раб. дн. | $Z_{\text{осн}}$ ,<br>руб. |
|-------------|-------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
|-------------|-------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|

|              |        |   |   |     |          |          |      |           |
|--------------|--------|---|---|-----|----------|----------|------|-----------|
| Руководитель | 33 664 | - | - | 1.3 | 43 763.2 | 1 813.29 | 8.5  | 15 412.95 |
| Инженер      | 12 663 | - | - | 1.3 | 16 461.9 | 682.09   | 61.7 | 42 084.75 |
| Итого:       |        |   |   |     |          |          |      | 57 497.7  |

#### 4.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (10)$$

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

Расчет дополнительной заработной платы приведен ниже:

$$З_{\text{доп Р}} = 0.13 \cdot 15\,412.95 = 2\,003.68$$

$$З_{\text{доп И}} = 0.13 \cdot 42\,084.75 = 5\,471.02$$

Итого – 7 474.7 рубля.

#### 4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Расчет приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель  | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. | Коэффициент отчислений | Отчисления |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------|
| Руководитель | 15 412.95                       | 2 003.68                              | 0.271                  | 4 719.91   |
| Инженер      | 42 084.75                       | 5 471.02                              |                        | 12 887.61  |

|       |           |
|-------|-----------|
| Итого | 17 607.52 |
|-------|-----------|

Получили, что всего будет перечислено 17 607.52 руб. во внебюджетные фонды.

#### 4.5.5 Накладные расходы

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

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (z_{\text{осн}} + z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов, 16 %.

Материальные затраты учитываются с учетом количества использованной электроэнергии. Для юридических лиц стоимость 1 кВт\*ч составляет 5,8 рублей. В среднем на работу с компьютером затрачивается 8 часов в день, всего на работу с компьютером затрачивается около 60 дней. Ноутбук с подключенным к нему внешним монитором потребляет в среднем 120 Вт в час (суммарно за все время использования). Блок питания для замков обеспечивает 12 В и 1А. В процессе создания системы было произведено всего 3 часа отладка (было потреблено  $12 \cdot 5 \cdot 3 = 180$  Вт электроэнергии). Следовательно, затраты на электроэнергию составят:

$$z_{\text{эн}} = 0.12 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 5.8 + 0.18 \cdot 5.8 = 335.12$$

В итоге величина накладных расходов получается равной:

$$C_{\text{накл}} = 0.16 \cdot (57\,497.7 + 7\,474.7) = 10\,395.58$$

#### 4.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Основой для формирования бюджета затрат научно-исследовательского проекта является рассчитанная величина затрат. Данная величина также служит для формирования договора с заказчиком, где служит

нижним пределом затрат на разработку проекта.

Определение бюджета затрат приведено в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи                                             | Сумма, руб |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                                 | Исп. 1     | Исп. 2     |
| 1. Материальные затраты НТИ                                     | 56 134,09  | 60 634,09  |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 57 497.7   | 57 497.7   |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 7 474.7    | 7 474.7    |
| 4. Отчисление во внебюджетный фонды                             | 17 607.52  | 17 607.52  |
| 5. Расходы на электроэнергию                                    | 335.12     | 335.12     |
| 5. Накладные расходы                                            | 10 395.58  | 10 395.58  |
| 6. Бюджет затрат НТИ                                            | 149 444.71 | 153 944.71 |

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального финансового показателя, определяемого по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

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

$\Phi_{\text{pi}}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{исп1}} = \frac{149444.71}{153944.71} = 0.97, \quad (14)$$

$$I_{исп2} = \frac{153944.71}{153944.71} = 1 \quad (15)$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (16)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  $n$  – число параметров сравнения.

Сравнительный анализ приведен в таблице 12.

Таблица 12 - Сравнительная оценка вариантов исполнения

| Критерии                      | Весовой коэффициент | Исп. 1 | Исп. 2 |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Простота эксплуатации         | 0,15                | 4      | 5      |
| Ремонтопригодность            | 0,14                | 5      | 5      |
| Надежность                    | 0,16                | 4      | 4      |
| Энергоэкономичность           | 0,16                | 4      | 4      |
| Масштабируемость              | 0,18                | 5      | 5      |
| Безопасность                  | 0,14                | 4      | 5      |
| Потребность в ресурсах памяти | 0,07                | 5      | 5      |
| ИТОГ                          | 1                   | 31     | 33     |

$$I_{p-исп1} = 0,15 \cdot 4 + 0,14 \cdot 5 + 0,16 \cdot 4 + 0,16 \cdot 4 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 4 + 0,07 \cdot 5 = 4,39$$

$$I_{p-исп2} = 0,15 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,16 \cdot 4 + 0,16 \cdot 4 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,07 \cdot 5 = 4,68$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения

разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,39}{0,97} = 4,53, \quad (17)$$

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

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,53}{4,68} = 0,968, \quad (18)$$

Результаты расчета показателей сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработок

| Показатель                                       | Исп. 1                   | Исп. 2 |
|--------------------------------------------------|--------------------------|--------|
| Интегральный финансовый показатель               | 0,97                     | 1      |
| Интегральный показатель ресурсоэффективности     | 4,39                     | 4,61   |
| Интегральный показатель эффективности            | 4,53                     | 4,61   |
| Сравнительная эффективность вариантов исполнения | $\mathcal{E}_{12}=0,968$ |        |

Исходя из полученных данных сравнения финансовой и ресурсной эффективности различных вариантов исполнения, несколько более эффективным является второй вариант исполнения.

#### **Вывод:**

В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были определены показатели затрат научно-исследовательской работы. Также была создана карта сегментирования, из анализа которой было выявлено, что кроме в США сегмент рынка свободен и в России и в остальном мире.

Помимо этого, была составлена оценочная карта. Из-за отсутствия

аналогов, была использована технология QuaD. Из оценочной карты был сделан вывод о том, что разрабатываемая система считается перспективной.

Были определены сильные и слабые стороны системы, ее угрозы и возможности, и исходя из этих характеристик были разработаны 4 стратегии.

Было произведено планирование научно-исследовательских работ.

В конце была проведена сравнительная оценка различных вариантов исполнения системы, и было выяснено, что, исходя из полученных данных сравнения финансовой и ресурсной эффективности различных вариантов исполнения, несколько более эффективным является второй вариант исполнения.

## **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

В данной работе разработан складской комплекс для учета и хранения электронных компонентов. Разработанная система применяется для отслеживания и учета электронных компонентов, которые расположены в склад, находящейся в аудитории 117а в 10-м корпусе. Данная система целесообразно применяется для автоматизированного учета и управление доступом по собственным нуждам заказчика, таких как ограничение доступа к компонентам в 117а посторонними лицами.

Непосредственным пользователем разработанной системы является студенты и преподаватели отделение автоматизации и робототехники. Работа выполнялась в 117а аудитории 10 корпуса НИ ТПУ в отделении автоматизации и робототехники.

### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В данном подразделе рассматриваются характерные для проектируемой рабочей зоны правовые нормы трудового законодательства. А также приводятся основные эргономические требования к правильному расположения и компоновке рабочей зоны исследователя проектируемой рабочей зоны в производственных условиях для создания комфортной рабочей среды.

#### **5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Согласно «Трудовому кодексу Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 01.04.2019), рабочее время - время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными

правовыми актами Российской Федерации относятся к рабочему времени [1]. (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ).

На предприятии, где будет эксплуатироваться разработанная система, нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 50 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда [1]. (часть третья введена Федеральным законом от 22.07.2008 N 157-ФЗ)

Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником.

#### **5.1.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя.**

Управление разрабатываемой системой предполагает наличие оператора, который взаимодействует с ней через пользовательский интерфейс в положении сидя, и через считыватель RFID меток.

Поэтому рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» [2].

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»:

- Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

- Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда;
- Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля;
- Выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля;
- При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины); если оборудование обслуживают мужчины и женщины - общие средние показатели мужчин и женщин;
- Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела, работающего или наклон его вперед не более чем на 15°.

## **5.2 Производственная безопасность**

### **5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [3]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы | Этапы работ | Нормативные |
|---------|-------------|-------------|
|---------|-------------|-------------|

| (ГОСТ 12.0.003-2015)                                                                                          | Разработка | Изготовление | Эксплуатация | документы                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Движущиеся твердые объекты (вал соленоида)                                                                 | +          | +            | +            | 1. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.                                                                                                     |
| 2. Превышение уровня шума                                                                                     |            | +            | +            | 2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".                                                                     |
| 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны                                                                    | +          | +            | +            | 3. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.                                                                                                                                    |
| 4. Отклонение показателей микроклимата                                                                        |            |              |              | 4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий".                                                 |
| 5. Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона                                                   |            | +            | +            | 5. ГОСТ 12.1.030-81 (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.                                                                                                               |
| 6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | +          | +            | +            | 6. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (с Изменением N 1) |

## 5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

### 5.2.2.1 Движущиеся твердые объекты

В объекте исследования используется 64 соленоидных замков, в которых есть валы в середине, ответственный за закрывание и открывание ящиков. Электромагнитная индукция обеспечивает силу для перемещения вала таким образом, что после того, как пользователю предоставлен доступ, на магнит подается напряжение, и вал втягивается, позволяя пользователю открыть выдвижной ящик. Если пользователь не имеет доступ магнит выключен, поэтому ящики заблокированы.

Основные последствия механических опасностей для данного объекта исследования:

- колото-резанные ранения мягких тел человека;
- попадание под удар;
- ток обратный из-за выключения соленоида, который может привести к повреждению соленоида.

К средствам защиты работающих от механического травмирования (физического опасного фактора) в соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ относятся [10]:

- оградительные устройства в виде кожухов;
- использование диодов, чтобы сберечь от потери соленоида;

При разработке инженер имеет непосредственный контакт с соленоидными. Это связано с тем, что сборка системы производится вручную. Следовательно, необходимо разработать ряд мер предосторожности.

В системе предусмотрено специальное электронное блокировочное устройство в виде обратных диодов, которые позволяют току двигаться только в одном направлении, поэтому нет опасности обратного тока при обесточивании соленоида. Снятие блокировки необходимо осуществлять непосредственно перед запуском устройства.

Дополнительно ко всему предполагается использование оператором таких средств индивидуальной защиты, как защитные перчатки и защитная одежда особенно во время обслуживания.

#### **5.2.2.2 Шум**

Производственным шумом называют совокупность различных шумов, возникающих во время производства и неблагоприятно воздействующих на организм рабочего. Шум может привести к нарушениям слуха (в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел(dB)), а также может быть фактором стресса и повысить систолическое кровяное давление. Дополнительно, он может способствовать несчастным случаям, маскируя

предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться. Источником шума в системе является срабатывание соленоида при получении питания соленоида.

Шум может взаимодействовать с другими факторами угрозы на производстве, увеличивая риск для работников.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, в производственных помещениях при выполнении основных и вспомогательных работ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами. Так, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 при напряженности труда легкой степени предельно допустимые уровни звука составляют 80 дБА [8].

При необходимости уровень шума можно снизить, используя средства индивидуальной защиты органов слуха, таких как специальные звуконепроницаемые вкладыши или наушники.

### **5.2.2.3 Производственное освещение**

Основная задача освещения – создание наилучших условий для обзора объекта. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающую в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов [5].

Требования к освещению [6]:

- Требования к освещению предусматривают применение в качестве источников света люминесцентных ламп типа ЛБ. При местном освещении разрешается использовать лампы накаливания.
- Требования к освещению запрещают использование светильников без рассеивателей и экранирующих решеток.
- В зоне углов излучения от 50 до 90 градусов (с вертикалью в поперечной и продольной плоскости), яркость светильников общего освещения не должна превышать 200 кд/кв.м., защитный угол светильников -

не менее 40 градусов.

- Для светильников местного освещения необходим непросвечивающий отражатель с защитным углом 40 градусов или больше.

- Осветительные установки общего освещения должны обладать Кз (коэффициентом запаса) равным 1,5.

- Применение газоразрядных ламп в светильниках с ВЧ ПРА позволяет не превышать значение минимально допустимого коэффициента пульсации (5%), для любых типов светильников.

- Требования к освещению обязывают проводить чистку стекол оконных рам и светильников как минимум два раза в год и своевременную замену перегоревших ламп светильников для обеспечения указанных выше нормированных значений освещенности помещений.

К средствам нормализации освещения относятся [7]:

- источники света;
- осветительные (световые) приборы;
- световые приборы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры.

К средствам индивидуальной защиты глаз – защитные очки и к СИЗ лица и глаз – щитки.

#### 5.2.2.4 Микроклимат

Основные виды работ, выполняемых инженером, по степени физической тяжести, можно отнести к категории легких работ Ia. В таблице 15 приведены оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для оператора [4].

Таблица 15 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период<br>года | Температ<br>ура<br>воздуха, | Температу<br>ра<br>поверхнос | Относител<br>ьная<br>влажность | Скорость<br>движения<br>воздуха, |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|----------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|

|               | С <sup>0</sup> | тей, С <sup>0</sup> | воздуха,<br>% | м/с |
|---------------|----------------|---------------------|---------------|-----|
| Холодн<br>-ый | 21 - 23        | 20 – 24             | 40-60         | 0,1 |
| Теплый        | 23-25          | 22-26               | 40-60         | 0,1 |

Профилактика перегрева организма работника в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия:

- нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к восьмичасовой рабочей смене;
- регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне;
- использование специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимый тепловой режим.

Защита от охлаждения осуществляется посредством:

- одежды, изготовленной в соответствии с требованиями государственных стандартов.
- использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма.
- регламентации продолжительности непрерывного пребывания на холоде и продолжительности пребывания в помещении с комфортными условиями.

Таким образом, в настоящий момент рабочая зона полностью соответствует требованиям оптимальных микроклиматических условий.

#### **5.2.2.5 Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона**

При разработке и эксплуатации системы управление доступом осуществляется через использование RFID-технология, которая работающей на частоте 13,56 МГц. По паспорту RFID-считыватель мощность ее выходного излучения 33 мВт.

Согласно ГОСТ 12.1.006-84 измерения напряженности или плотности потока энергии ЭМП допускается не проводить в случаях если: установка не работает в режиме излучения на открытый волновод, антенну или другой элемент, предназначенный для излучения ЭМП в окружающую среду, и ее номинальная мощность согласно паспортным данным не превышает [1]:

- 2,5 Вт - в диапазоне частот от 60 кГц до 3 МГц;
- 400 мВт - в диапазоне частот свыше 3 МГц до 30 МГц;
- 100 мВт - в диапазоне частот свыше 30 МГц до 300 ГГц.

В данном случае мощность излучения аппаратуры не превышает 100 мВт, а, следовательно, нет необходимости проводить измерение напряженности или плотности потока энергии ЭМП. Таким образом, используемое оборудование не вызывает негативного влияния на организм человека.

#### **5.2.2.6 Электрический ток**

Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ), помещение в котором производилась разработка системы по опасности электропоражения относится к помещениям без повышенной опасности. Это следует из того, что в помещении нет высокой влажности, токопроводящей пыли, высокой температуры и возможности одновременного соприкосновения с заземленными предметами и металлическими корпусами оборудования. Во время нормального режима работы оборудования, опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями [9].

В соответствии с главой 1.7 ПУЭ для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты:

- основная изоляция токоведущих частей;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.
- защитное заземление или зануление;

- автоматическое отключение питания;
- защитное электрическое разделение цепей;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей.

### 5.3 Экологическая безопасность

Объект исследования не оказывает воздействия на атмосферу и гидросферу. Отходы, возникающие при замене устаревших или неисправных частей системы, таких как соленоиды, контроллер, светодиоды, датчики, блок питания, оказывают неблагоприятное воздействие на литосферу. Отработанное оборудование следует передать в компанию по переработке.

Также при создании системы используются печатные платы. Вышедшие из строя печатные платы следует утилизировать. Сложность утилизации печатных плат состоит в том, что их состав включает множество компонентов разных свойств, например, по плотности и электропроводности [11]. Для эффективного разделения на части используют два вида обработки:

- механическая;
- гидрометаллургическая.

Механическая утилизация снижает затраты на труд и включает этапы:

- измельчение ножами, вращающимися на высокой скорости, в контейнере;
- извлечение черных металлов с помощью сильных магнитов;
- передача плат в шаровую мельницу для получения порошка, просеивание;
- рециркуляция с помощью электростатики;
- повторное измельчение;
- пиролизическая переработка бесполезных компонентов.

Гидрометаллургия — выделение золота с контактным разъемом.

Очистка проводится одним из следующих способов:

- растворение меди на подложках в кислоте,
- применение растворов с цианидом для получения электролитического осадка.

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией техногенного характера, которая может возникнуть при разработке системы, является пожар. Он может возникнуть в следствии замыкания электропроводки, замыкания блока питания, не соблюдению мер пожаробезопасности.

Согласно Федеральному закону «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», по пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- взрывопожароопасность (Б);
- пожароопасность (В 1—В4);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

Так как в помещении, в котором велась разработка системы, присутствуют лишь горючие и трудногорючие вещества и материалы, то помещение относится к категории Г (умеренная пожароопасность).

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия:

- помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара, средствами связи, должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования.
- каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи, а также помнить номера телефонов для сообщения о пожаре и уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Для предотвращения возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;

- проведение с работниками инструктажа по пожарной безопасности.

Работник, в случае возникновения пожара или его признаков (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) обязан [3]:

- немедленно сообщить об этом по телефону «01» в пожарную часть (при этом необходимо четко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию);

- задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации;

- принять по возможности меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения и сохранности материальных ценностей;

- организовать встречу пожарных подразделений;

- известить о пожаре руководителя организации или заменяющего его работника.

### **Заключение**

При выполнении раздела социальной безопасности были проанализированы и выявлены основные вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе разработки и эксплуатации системы, такие как: движущиеся твердые объекты, повышенный уровень шума на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Были описаны меры минимизации уровней воздействия данных факторов.

С точки зрения экологической безопасности было выявлено, что объект исследования не оказывает влияния на атмосферу и гидросферу, однако, при неправильной утилизации компонентов системы возможно оказание вредного воздействия на литосферу. Для предотвращения

загрязнения среды были предложены мероприятия по утилизации отходов, а также способы их утилизации.

Произведен анализ возможных чрезвычайных ситуаций, возникновение которых наиболее вероятно при разработке и эксплуатации системы. Были разработаны превентивные меры по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций, а также разработан порядок действий при возникновении чрезвычайных ситуаций.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения ВКР была разработана складской комплекс «АвтоСклад» для учета и хранения электронных компонентов. Данная система готова к дальнейшему применению, однако требует доработок.

При разработке информационной системы были использованы существующие технологии программирования. Наиболее подходящим языком программирования для выполнения задачи оказался C++ целенаправленный на работу с Arduino, а для разработки пользовательского интерфейса Qt Creator.

Разработанная информационная система полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявленным в техническом задании. В целях дальнейшего улучшения системы представляется возможным соединение к базе данных ОАР.

## **CONCLUSION**

During the implementation of the final project, the storage complex “AvtoSklad” was developed for recording and storing electronic components. This system is ready for immediate use, but might need some further work to add more functionality and increase its effectiveness.

In developing the information system, existing programming technologies were used. The most suitable programming language to perform the task was Arduino oriented C ++, and for developing the user interface Qt Creator was the most suitable due to its flexibility and ease of understanding.

The developed system fully meets all the requirements stipulated in the technical specifications. In order to further improve the system, it is possible to connect it to the OAR database since all students and employees have personal accounts stored in the database.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. RFID – Биометрический паспорт [Электронный ресурс]/ MSDN – сеть разработчиков Microsoft. URL: <http://dokumentika.org/spetssluzhbi/rfid-biometricheskiy-pasport/#1>, свободный. Язык Русский. Дата обращения: 05.05.2019.
2. Автоматическая идентификация на основе RFID технологий [Электронный ресурс]/ Журнал «Специальная техника». URL: [http://www.ess.ru/publications/6\\_2005/barsukov/barsukov.htm](http://www.ess.ru/publications/6_2005/barsukov/barsukov.htm), свободный. Язык Русский. Дата обращения: 05.05.2019.
3. Технология штрихового кодирования: формирование штрих-кодов, преимущества, сферы применения [Электронный ресурс]/ Инсотел. URL: [https://www.insotel.ru/press/articles/torgovoe\\_oborudovanie/tehnologiya\\_shtrihovogo\\_kodirovaniya\\_formirovanie\\_shtrih\\_kodov\\_preimuschestva\\_sfery\\_primeneniy\\_a/](https://www.insotel.ru/press/articles/torgovoe_oborudovanie/tehnologiya_shtrihovogo_kodirovaniya_formirovanie_shtrih_kodov_preimuschestva_sfery_primeneniy_a/), свободный. Язык Русский. Дата обращения: 07.05.2019.
4. Радиочастотная идентификация [Электронный ресурс]/ StudFiles. URL: <https://studfiles.net/preview/5882027/>, свободный. Яз. Англ. Дата обращения: 10.05.2019.
5. Что такое RFID метка [Электронный ресурс]/ RFID. URL: <http://pay-nfc.ru/rfid/rfid-metka>, свободный. Яз. Англ. Дата обращения: 10.05.2019.
6. Arduino Uno R3 [Электронный ресурс]/ ARDUINOMASTER. URL: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/>, свободный. Язык Русский. Дата обращения: 15.05.2019.
7. Области применения RFID систем [Электронный ресурс]/ Synertec. URL: <http://www.synertec.ru/oblasti-primeneniya-rfid-sistem.html>, свободный. Язык Русский. Дата обращения: 16.05.2019.
8. Умный замок DIY с Arduino и RFID [Электронный ресурс]/ DIY. URL: <https://www.makeuseof.com/tag/diy-smart-lock-arduino-rfid/>, свободный.

Яз. Англ. Дата обращения: 18.05.2019.

9. Как управлять индивидуально адресуемыми светодиодами WS2812B с помощью Arduino [Электронный ресурс]/ Dejan. URL: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-control-ws2812b-individually-addressable-leds-using-arduino/>, свободный. Яз. Англ. Дата обращения: 25.05.2019.

10. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006. – 68 с.

11. СНиП 23-05-10. Естественное и искусственное освещение. М.: Минрегион России, 2010. – 76 с.

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Минздрав России, 2003.– 15 с.

13. Микроклимат [Электронный ресурс] / Академик. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_medicine/18788/Микроклимат](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/18788/Микроклимат), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

14. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997. – 14 с.

15. ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности труда. – М.: Стандартинформ, 2008. – 13 с.

16. Электромагнитное излучение [Электронный ресурс] / Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнитное излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнитное_излучение), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

17. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартинформ, 2010. – 32 с.

18. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

19. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в

Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.

20. Трудовой кодекс РФ на 2012 год – перераб. и доп. – М.; Рид Групп, 2012.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Матрица SWOT-анализа

|                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Низкая стоимость.</p> <p>С2. Масштабируемость проекта.</p> <p>С3. Низкое энергопотребление.</p> <p>С4. Простота конструкции.</p> <p>С5. Охват нескольких сегментов рынка, в то числе коммерческие организации и частные лица</p>                     | <p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Неустойчивость к помехам.</p> <p>Сл2. Малая вычислительная мощность.</p> <p>Сл3. Время разработки.</p>                                                                                                                       |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Расширение области применения.</p> <p>В2. Выход на иностранный рынок.</p> <p>В3. Узкая направленность разработок конкурентов.</p> <p>В4. Учет индивидуальных требований пользователей</p> | <p>За счёт дешевизны и масштабируемости проекта появляется возможность освоивания новых отраслей применения устройства и расширения функционала. Учет индивидуальных требований заказчика позволяет увеличить качество продукта и быстродействие, а также дает возможность использования проекта иностранными клиентами.</p> | <p>Изменение правительственной политики позволит выйти на новые рынки, с меньшими требованиями по помехозащищенности. При освоивании новых отраслей и выходе на иностранный рынок возможно появление и увеличение команды разработчиков и бюджета, что приведет к уменьшению времени разработки.</p> |

Таблица А.1 – Матрица SWOT-анализа (продолжение)

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Направленность продукта на узкую группу потребителей.</p> <p>У2. Экономический кризис</p> <p>У3. Высокая конкуренция на рынке.</p> <p>У4. Появление новых технологий.</p> | <p>Низкая стоимость проекта позволит расширить круг потребителей.</p> <p>Наличие большого количества комплектаций и вариантов использования продукта, позволит сохранить спрос на продукт в кризис.</p> | <p>Увеличение функционала и мощности системы позволит стать системе более конкурентно способной. Выход на иностранные рынки позволят сохранить спрос при неблагоприятном изменении государственной политики по отношению отрасли.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                       | № раб | Содержание работ                                                             | Должность исполнителя          |
|------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1                                                    | 2     | 3                                                                            | 4                              |
| Разработка технического задания                      | 1     | Составление и утверждение технического задания                               | Научный руководитель, бакалавр |
| Выбор направления исследований                       | 2     | Выбор направления исследований                                               | Научный руководитель           |
|                                                      | 3     | Подбор и изучение материалов по теме                                         | Бакалавр                       |
|                                                      | 4     | Календарное планирование работ по теме                                       | Научный руководитель, бакалавр |
| Теоретические и экспериментальные исследования       | 5     | Проведение теоретических расчетов и обоснований                              | Бакалавр                       |
|                                                      | 6     | Утверждение лучшего результата                                               | Научный руководитель           |
| Обобщение и оценка результатов                       | 7     | Оценка эффективности полученных результатов                                  | Научный руководитель, бакалавр |
|                                                      | 8     | Определение целесообразности проведения ВКР                                  | Бакалавр                       |
| Проведение ВКР                                       |       |                                                                              |                                |
| Разработка технической документации и проектирование | 9     | Разработка информационной системы                                            | Бакалавр                       |
|                                                      | 10    | Тестирование разработанной системы на наличие ошибок                         | Бакалавр                       |
|                                                      | 11    | Оценка эффективности и применения разработки                                 | Бакалавр                       |
|                                                      | 12    | Разработка социальной ответственности по теме                                | Бакалавр                       |
| Оформление отчета (комплекта документации по ВКР)    | 13    | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Бакалавр                       |



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Временные показатели научного исследования

| Название работы                           | Исполнители | Трудоемкость работ, человеко-дни |    |    |      |    |    |      |      |      | Длительность работ |      |      |                     |    |    |
|-------------------------------------------|-------------|----------------------------------|----|----|------|----|----|------|------|------|--------------------|------|------|---------------------|----|----|
|                                           |             | tmin                             |    |    | tmax |    |    | toji |      |      | Тр, рабочие дни    |      |      | Тк, календарные дни |    |    |
|                                           |             | И1                               | И2 | И3 | И1   | И2 | И3 | И1   | И2   | И3   | И1                 | И2   | И3   | И1                  | И2 | И3 |
| Постановка задачи                         | 1           | 1                                | 1  | 1  | 2    | 2  | 2  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4                | 1,4  | 1,4  | 2                   | 2  | 2  |
| Анализ предметной области                 | 1           | 1                                | 1  | 1  | 2    | 2  | 2  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4                | 1,4  | 1,4  | 2                   | 2  | 2  |
| Выбор методов и средств разработки        | 1           | 1                                | 2  | 2  | 2    | 3  | 3  | 1,4  | 2,4  | 2,4  | 1,4                | 2,4  | 2,4  | 2                   | 4  | 4  |
| Проектирование архитектуры системы        | 2           | 1                                | 1  | 1  | 3    | 3  | 3  | 1,8  | 1,8  | 1,8  | 0,9                | 0,9  | 0,9  | 1                   | 1  | 1  |
| Реализация первой версии системы          | 1           | 8                                | 8  | 9  | 11   | 12 | 13 | 9,2  | 9,6  | 10,6 | 9,2                | 9,6  | 10,6 | 14                  | 14 | 16 |
| Реализация второй версии системы          | 1           | 9                                | 13 | 12 | 12   | 15 | 14 | 10,2 | 13,8 | 12,8 | 10,2               | 13,8 | 12,8 | 15                  | 20 | 19 |
| Разработка алгоритмов прогнозирования     | 1           | 10                               | 10 | 10 | 12   | 12 | 12 | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 10,8               | 10,8 | 10,8 | 16                  | 16 | 16 |
| Разработка графического пользовательского | 1           | 6                                | 4  | 3  | 8    | 6  | 5  | 6,8  | 4,8  | 3,8  | 6,8                | 4,8  | 3,8  | 10                  | 7  | 6  |

|                                                                                      |   |   |   |    |    |    |    |     |     |      |     |     |      |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|----|----|----|-----|-----|------|-----|-----|------|----|----|----|
| интерфейса                                                                           |   |   |   |    |    |    |    |     |     |      |     |     |      |    |    |    |
| Внедрение функций для гибкой настройки работы системы                                | 1 | 7 | 8 | 10 | 10 | 10 | 12 | 8,2 | 8,8 | 10,8 | 8,2 | 8,8 | 10,8 | 12 | 13 | 16 |
| Разработка и внедрение функций, обеспечивающих стабильную работу программной системы | 1 | 5 | 6 | 8  | 6  | 8  | 10 | 5,4 | 6,8 | 8,8  | 5,4 | 6,8 | 8,8  | 8  | 10 | 13 |
| Реализация конечной версии программного продукта                                     | 1 | 4 | 6 | 5  | 5  | 7  | 6  | 4,4 | 6,4 | 5,4  | 4,4 | 6,4 | 5,4  | 7  | 9  | 8  |
| Тестирование                                                                         | 2 | 2 | 2 | 2  | 3  | 3  | 3  | 2,4 | 2,4 | 2,4  | 1,2 | 1,2 | 1,2  | 2  | 2  | 2  |
|                                                                                      |   |   |   |    |    |    |    |     |     |      |     |     |      |    |    |    |

|                                              |   |   |   |   |    |    |    |             |             |             |             |             |             |            |            |            |
|----------------------------------------------|---|---|---|---|----|----|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Исправление<br>ошибок                        | 1 | 1 | 1 | 1 | 3  | 3  | 3  | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 3          | 3          | 3          |
| Оценка<br>полученных<br>результатов          | 1 | 1 | 1 | 1 | 2  | 2  | 2  | 1,4         | 1,4         | 1,4         | 1,4         | 1,4         | 1,4         | 2          | 2          | 2          |
| Оформление<br>сопровождающей<br>документации | 1 | 7 | 7 | 7 | 10 | 10 | 10 | 8,2         | 8,2         | 8,2         | 8,2         | 8,2         | 8,2         | 12         | 12         | 12         |
| <b>Итого</b>                                 |   |   |   |   |    |    |    | <b>74,8</b> | <b>81,8</b> | <b>83,8</b> | <b>72,7</b> | <b>79,7</b> | <b>81,7</b> | <b>108</b> | <b>117</b> | <b>122</b> |

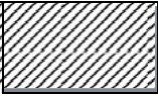


## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Календарный план-график проведения работ

| № | Вид работ                                       | Исполнители            | $T_{ki}$ | Продолжительность выполнения работ                                                  |                                                                                       |        |     |      |
|---|-------------------------------------------------|------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|------|
|   |                                                 |                        |          | февр.                                                                               | март                                                                                  | апрель | май | июнь |
| 1 | Составление ТЗ                                  | Руководитель, студент, | 5        |  |                                                                                       |        |     |      |
| 2 | Выбор направления исследований                  | Руководитель           | 4        |  |                                                                                       |        |     |      |
| 3 | Подбор и изучение материалов по теме            | Студент                | 10       |                                                                                     |    |        |     |      |
| 4 | Календарное планирование работ по теме          | Руководитель, студент  | 2        |                                                                                     |    |        |     |      |
| 5 | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Студент                | 5        |                                                                                     |    |        |     |      |
| 6 | Утверждение лучшего результата                  | Руководитель           | 1        |                                                                                     |   |        |     |      |
| 7 | Оценка эффективности полученных результатов     | Руководитель, студент  | 2        |                                                                                     |  |        |     |      |
| 8 | Определение целесообразности и проведения       | Студент                | 2        |                                                                                     |  |        |     |      |

|  |     |  |  |  |  |
|--|-----|--|--|--|--|
|  | BKP |  |  |  |  |
|--|-----|--|--|--|--|

|    |                                                                              |         |    |                                                                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------|---------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | Разработка информационной системы                                            | Студент | 35 |  |
| 10 | Тестирование разработанной системы на наличие ошибок                         | Студент | 12 |  |
| 11 | Оценка эффективности и применения разработки                                 | Студент | 6  |  |
| 12 | Разработка социальной ответственности по теме                                | Студент | 6  |  |
| 13 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Студент | 12 |  |

Руководитель - ; Студент - 