

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Кибернетики

Специальность: Управление в технических системах

Кафедра: Автоматики и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Управление светодиодным матричным дисплеем

УДК 62-519

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А21	Марукян Ваник Мурадович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Пушкарев Максим Иванович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры МЕН ИСГТ	Николаенко Валентин Сергеевич	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Фадеев Александр Сергеевич	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации.
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Кибернетики

Направление подготовки (специальность): Управление в технических системах

Кафедра: Автоматики и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

Студенту:

Группа	ФИО
8A21	Марукян Ваник Мурадович

Тема работы:

Управление светодиодным матричным дисплеем	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	04.02.16 г., №702/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	04.06.16 г.
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе:</p> <p>Arduino Uno, Светодиодный матричный дисплей 16x32, Соединительные провода Male-Male(8 шт.), Источник питания 5В, Соединительный шлейф, USB кабель.</p>	<p>Спроектировать светодиодное информационное табло на базе микропроцессора Atmel ATmega328. Реализовать управление светодиодным матричным дисплеем. Дисплей предназначен для интерактивного отображения текстовой информации. Для управления используется встраиваемый промышленный контроллер Arduino Uno. Информация вводится пользователем и выводится на светодиодный матричный дисплей. Разработать интерфейс взаимодействия пользователя с дисплеем.</p>
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<p>Введение</p> <p>Общая характеристика элементной базы светодиодного табло</p> <p>Средства и методы разработки программного обеспечения</p> <p>Реализация управления светодиодным матричным дисплеем</p> <p>Подключение светодиодного табло</p> <p>Разработка ПО управления светодиодным матричным табло</p> <p>Разработка интерфейса пользователя</p> <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> <p>Социальная ответственность</p>
Перечень графического материала	<p>Схема подключения светодиодного матричного дисплея к контроллеру Arduino Uno</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Основная часть	Пушкарёв Максим Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.16 г.
---	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Пушкарев Максим Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А21	Марукян Ваник Мурадович		

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт: Кибернетики

Направление: 27.03.04 «Управление в технических системах»

Кафедра: Автоматики и компьютерных систем

Уровень образования: Бакалавр

Период выполнения: Осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2016 г.	Основная часть	75
04.06.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
04.06.2016 г.	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Пушкарев М.И.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Фадеев А.С.	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8A21	Марукян Ваник Мурадович

Институт	Кибернетики	Кафедра	Автоматики и компьютерных систем
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление в технических системах

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка конкурентоспособности, рассмотрение альтернатив проведения НИ, SWOT анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов разработки программы, определение трудоемкости, построение диаграммы Ганта.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности, формирование бюджета НИИ

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.02.2016
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8A21	Марукян Ваник Мурадович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8A21	ФИО Марукян Ваник Мурадович
----------------	--------------------------------

Институт	Кибернетики	Кафедра	Автоматики и компьютерных систем
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Управление светодиодным информационным табло контроллером Arduino Uno с помощью разработанного интерфейса. Дисплей предназначен для интерактивного отображения текстовой информации. Применяется в коммерческих целях, в промышленных предприятиях.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	Вредные факторы: повышенная или пониженная влажность воздуха, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, недостаточная освещенность, повышенный уровень электромагнитных излучений. Опасные факторы: электробезопасность, пожаровзрывобезопасность.
2. Экологическая безопасность:	Решение по обеспечению экологической безопасности на рабочем месте.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможная ЧС техногенного характера: пожар. Мероприятия по предупреждению (снижению) последствий взрыво- и пожароопасных объектов
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Особенности законодательного регулирования проектных решений; Организационные мероприятия обеспечения безопасности; Эргономические требования к рабочему месту.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.02.2016 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ ТПУ	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8A21	Марукян Ваник Мурадович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 35 с., 11 рис., 2 табл., 9 источников, 1 прил.

Ключевые слова: светодиодное табло, светодиодный матричный дисплей, Arduino Uno, управление, Visual Studio.

Объектом исследования является светодиодный матричный дисплей, на базе которого реализуется отображение информации, вводимое пользователем через графический пользовательский интерфейс.

Целью данной работы является проектирование светодиодного информационного табло на базе контроллера Arduino Uno и монохромного светодиодного матричного дисплея.

Результатом работы является светодиодное табло, вывод информации на которое осуществляется посредством разработанного графического пользовательского интерфейса. А также библиотеки шрифтов Arial и System, с возможностью отображения кириллических символов.

Значимость данной работы состоит в том, что на основании созданного прототипа легко может быть реализован конечный продукт – светодиодное табло, которое может быть использовано для решения широкого круга задач, связанных с визуализацией информации рекламного характера, оповещением либо предупреждением населения в случае чрезвычайных ситуаций, а также для информирования пассажиров на общественном транспорте.

Область применения: промышленные предприятия, производственные фирмы, транспортная отрасль, службы МЧС, учреждения здравоохранения, а также с целью коммерческого использования.

Функционал разработанного программного обеспечения может быть расширен по желанию пользователя.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word с применением программного пакета Visual Studio.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций

LED – Light-emitting diode (светодиод)

SPI – Serial peripheral interface

ПО – Программное обеспечение

GUI – Graphical user interface

DMD – Dot matrix display

НР – Научный руководитель

И – Инженер

СанПиН – Санитарные нормы и правила

Оглавление

Введение.....	11
1 Общая характеристика элементной базы светодиодного табло	13
1.1 Светодиодный матричный дисплей	13
1.2 Светодиод	15
1.3 Аппаратно-вычислительная платформа Arduino Uno	16
1.4 Характеристики светодиодного матричного дисплея.....	19
1.5 Сдвиговый регистр.....	20
2 Средства и методы разработки программного обеспечения	23
2.1 Обоснования выбора среды разработки	23
3 Реализация управления светодиодным матричным дисплеем.....	27
3.1 Подключение светодиодного табло	28
3.2 Разработка ПО управления светодиодным матричным табло	28
3.3 Разработка интерфейса пользователя	31
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	33
5 Социальная ответственность	44
Заключение	52
Conclusion.....	53
Список использованных источников	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Исходный код ПО Arduino Uno	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Исходный код пользовательского интерфейса	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. SWOT - анализ	

Введение

В современном обществе технологии проникли во все сферы деятельности человека, начиная с начального образования и заканчивая изучением новейших технологий. С ростом технологий увеличивается потребность в энергетических ресурсах. Проблема экономии электроэнергии в условиях ограниченности ресурсов и роста их потребления крайне актуальна. Ученые всего мира работают над изобретением новых, более эффективных и технологичных источников света, модернизируют существующие, стараясь достичь наилучших показателей. В последнее десятилетие наблюдается активная популяризация, бурный рост производства и потребления приборов на основе светодиодных ламп [1]. Одним из устройств, построенных на светодиодах, является светодиодное табло.

Светодиодные табло быстро вошли в повседневную жизнь человека. В первую очередь, благодаря коммерческому использованию. Сегодня на рынке большинство предпринимателей заинтересованы в применении инновационных способов продвижения товаров и услуг. Одним из таких современных рекламных методов является использование светодиодного экрана. Привлекательность экрана, работающего на светодиодных элементах трудно переоценить, так как при минимальном потреблении электроэнергии, мощность конструкции в несколько раз превосходит ламповые аналоги. Также, светодиодное табло нашли применение во многих других отраслях жизнедеятельности людей:

- промышленные предприятия (оповещение рабочего персонала);
- учреждения здравоохранения: демонстрация информации и предупреждений от МЧС, состава и загрязненности воздуха, величины радиационного фона, различной информации об учреждении (часы приема врачей, стоимость услуг, новости), информации от администрации района;
- школы: демонстрация информации и предупреждений от МЧС, состава и загрязненности воздуха, величины радиационного фона, различной

информации об учреждении (школьные новости, изменения в расписании занятий, информация для родителей;

- производственные фирмы;
- транспортная отрасль: визуализация расписания транспорта.

В отличие от других технологий, светодиодные дисплеи обладают следующими преимуществами:

- высокая яркость;
- возможность сборки дисплея больших размеров;
- произвольное соотношение высота/ширина;
- возможность уличного круглогодичного использования;
- высокая ремонтпригодность (поломка части дисплея не ведёт к его неработоспособности в целом);
- отсутствие ультрафиолетового излучения;
- отсутствие токсичных материалов в конструкции.

Однако им также присущи и некоторые недостатки, к которым можно отнести:

- большой размер зерна у дисплея;
- низкое разрешение дисплея;
- большой вес;
- сложность самостоятельной сборки;
- высокая стоимость [2].

Таким образом, светодиодные табло являются современными инструментами оповещения населения и визуализации информации, которые могут быть использованы в различных областях и сферах жизнедеятельности человека.

1 Общая характеристика элементной базы светодиодного табло

1.1 Светодиодный матричный дисплей

Светодиодные дисплеи – относительно новая технология. Считается, что первый телевизор со светодиодным экраном был создан в США около 35 лет назад. С тех пор новая конструкция постепенно начала развиваться, завоевывая популярность. Светодиодный экран – устройство отображения и передачи визуальной информации (дисплей, монитор, телевизор), в котором каждой точкой (пикселем) является один или несколько полупроводниковых светодиодов [2].

1.1.1 Достоинства и недостатки светодиодных дисплеев

Светодиодные дисплеи можно использовать как для наружной рекламы, так и для внутренних видео трансляций. В первом случае модуль управления запирается в особый блок, который находится под довольно надежной защитой, которой не страшны ни снег, ни зной, ни ливень и прочие атмосферные осадки. Светодиодные дисплеи отличаются высокой яркостью. Также они надежны в эксплуатации. Даже если часть экрана будет повреждена, ее можно будет оперативно заменить, не приобретая новую конструкцию в целом. Светодиодные экраны могут выпускаться с различными габаритами, достигая по несколько метров в длину и ширину [3].

Однако им также присущи и некоторые недостатки, к которым можно отнести:

- низкое разрешение экрана;
- большой размер зерна у экрана;
- большой вес;
- сложность самостоятельной сборки;
- высокая стоимость [2].

Также, немаловажным недостатком таких дисплеев является калибровка. В настоящее время калибровка большинства или даже всех дисплеев

представляет собой проблему, поскольку ее должен выполнять изготовитель, обладающий специальным оборудованием и необходимой подготовкой. Поскольку светодиодные дисплеи нуждаются в периодической повторной калибровке, то расходы на их техобслуживание является важным фактором, который следует учитывать [4].

1.1.2 Классификация светодиодных экранов

Светодиодные экраны по принципу построения классифицируются на два типа – матричные и кластерные [2]. Стоит отметить, что матричные экраны являются более актуальными в наше время и постепенно вытесняют первые. В кластерных экранах каждый пиксель, содержащий от трех до нескольких десятков светодиодов, объединённых в отдельном конструктивном элементе, который называется кластером. Кластеры, образующие информационное поле экрана, закреплены при помощи винтов на лицевой поверхности экрана. От каждого кластера отходит жгут проводов, подключаемый, посредством электрического разъема, к соответствующей схеме управления (плате).

В матричных светодиодных экранах кластеры и управляющая плата объединены в матрицу, то есть на управляющей плате смонтированы и светодиоды, и коммутирующая электроника, которые залиты герметизирующим компаундом. В зависимости от размера и разрешения экрана, количество светодиодов в одном пикселе может колебаться от трех до нескольких десятков. А распределение количества светодиодов по цветам в пикселе изменяется от типа применяемых светодиодов в интересах соблюдения баланса белого.

1.1.3 Актуальность светодиодных дисплеев

Светодиодные экраны получают всё большее распространение, а именно, чаще наблюдается их использование в целях рекламы на улицах крупных городов или в качестве информационных экранов и дорожных знаков. В частности, светодиодные дисплеи можно использовать для трансляций спортивных соревнований, концертов и парадов, что особенно актуально для

тематических заведений. Несмотря на то, что при ближайшем рассмотрении пиксели могут быть видны довольно отчетливо, с расстояния они сливаются и создают равномерное, яркое и контрастное изображение. Эксперты развития рынка рекламы предполагают, что с каждым годом доля светодиодных информационных экранов на рынке рекламных технологий будет возрастать. В действительности, светодиодные табло сочетают в себе все основные преимущества существующих визуальных рекламных технологий. Единственным их недостатком является их довольно высокая стоимость по сравнению с другими технологиями рекламы [3].

1.2 Светодиод

Светодиодное табло состоит из светодиодов. Светодиод – полупроводниковый прибор, трансформирующий электроток в видимое свечение. Светодиод состоит из полупроводникового кристалла на подложке, корпуса с контактными выводами и оптической системы. Непосредственно излучение света происходит от кристалла, цвет видимого излучения зависит от его материала и различных добавок. Как правило, в корпусе светодиода находится один кристалл, но при необходимости повышения мощности светодиода или для излучения разных цветов возможна установка нескольких кристаллов [5]. На рисунке 1.1 представлен внешний вид светодиода.



Рисунок 1.1 – Внешний вид светодиода

В светодиоде, в отличие от привычной лампы накаливания или люминесцентной лампы, электрический ток трансформируется в видимый свет. В теории такое преобразование возможно без так называемых "паразитных" потерь электроэнергии на нагрев. Это связано с тем, что при корректно спроектированном теплоотводе светодиод нагревается очень слабо. Светодиод излучает свет в узком спектре, что особенно ценно применительно к

дизайнерскому освещению. Ультрафиолетовые и инфракрасные излучения, как правило, отсутствуют. Светодиод механически прочен и надежен - даже при нынешнем развитии технологий, его срок эксплуатации в системе освещения теоретически может достигать ста тысяч часов, что примерно в 100 раз больше среднего срока эксплуатации обычной лампы. Однако срок службы светодиода может быть разным и напрямую зависит от типа светодиода, силы подаваемого на него тока, охлаждения кристалла светодиода, состава и качества кристалла, компоновки элементов и сборки в целом [5]. Управление светодиодами в данной работе происходит контроллером Arduino Uno с помощью сдвиговых регистров.

1.3 Аппаратно-вычислительная платформа Arduino Uno

1.3.1 Общие сведения

Контроллер Arduino Uno построен на микропроцессоре ATmega328. Платформа имеет 6 аналоговых входов, 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), кварцевый генератор, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Внешний вид контроллера представлен на рисунке 1.2 [6].



Рисунок 1.2 – Внешний вид контроллера Arduino Uno

1.3.2 Характеристики контроллера

В таблице 1 представлены характеристики контроллера Arduino Uno [6].

Таблица 1 – Характеристики контроллера Arduino Uno

Микроконтроллер	АТmega328
Рабочее напряжение, В	5
Входное напряжение (предельное), В	6-20
Постоянный ток через вход/выход, мА	40
Постоянный ток для вывода 3.3 В, мА	50
Flash-память, Кб	32, из которых 0.5 используются для загрузчика
ОЗУ, Кб	2
EEPROM, Кб	1
Тактовая частота, МГц	16

1.3.3 Память

Микроконтроллер АТmega328 располагает 32 кБ флэш памяти, из которых 0.5 кБ используется для хранения загрузчика, а также 2 кБ ОЗУ (SRAM) и 1 Кб EEPROM.(которая читается и записывается с помощью библиотеки EEPROM) [6].

1.3.4 Питание

Arduino Uno может получать питание через подключение USB или от внешнего источника питания. Источник питания выбирается автоматически.

Внешнее питание может подаваться через преобразователь напряжения AC/DC (блок питания) или аккумуляторной батареей. Провода от батареи подключаются к выводам Gnd и Vin разъема питания. Платформа может работать при внешнем питании от 6 В до 20 В [6].

1.3.5 Входы и Выходы

Каждый из 14 цифровых выводов Uno может настроен как вход или выход. Выводы работают при напряжении 5 В. Каждый вывод имеет нагрузочный резистор 20-50 кОм и может пропускать до 40 мА. Некоторые выводы имеют особые функции:

- Выводы 0 (RX) и 1 (TX) используются для получения и передачи данных TTL соответственно.
- Выводы 2 и 3 могут быть сконфигурированы на вызов прерывания либо на младшем значении, либо на переднем или заднем фронте, или при изменении значения.
- Любой из выводов 3, 5, 6, 9, 10 и 11 обеспечивает ШИМ с разрешением 8 бит.
- Вывод 13 подключен к встроенному светодиоду. Светодиод загорается при высоком потенциале на выводе.
- Выводы 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) обеспечивают связь SPI с использованием библиотеки SPI [6].

1.3.6 Связь

На платформе Arduino Uno установлено несколько устройств для осуществления связи с компьютером, другими устройствами Arduino или микроконтроллерами. ATmega328 поддерживают последовательный интерфейс UART TTL (5 В), осуществляемый выводами 0 (RX) и 1 (TX). Установленная на плате микросхема ATmega8U2 направляет данный интерфейс через USB, программы на стороне компьютера "общаются" с платой через виртуальный COM порт. Прошивка ATmega8U2 использует стандартные драйвера USB COM, никаких сторонних драйверов не требуется, но на Windows для подключения потребуется файл ArduinoUNO.inf. Светодиоды RX и TX на платформе будут мигать при передаче данных через микросхему FTDI или USB подключение (но не при использовании последовательной передачи через выводы 0 и 1).

Библиотекой SoftwareSerial возможно создать последовательную передачу данных через любой из цифровых выводов Uno.

ATmega328 поддерживает интерфейсы I2C (TWI) и SPI. В Arduino включена библиотека Wire для удобства использования шины I2C [6].

1.3.7 Автоматическая (программная) перезагрузка

Одна из линий DTR микросхемы ATmega8U2, управляющих потоком данных, подключена к выводу перезагрузки микроконтроллеру ATmega328 через 100 нФ конденсатор. Активация данной линии, перезагружает микроконтроллер. Подача сигнала низкого уровня по линии DTR скоординирована с началом записи кода, что сокращает таймаут загрузчика.

Функция имеет еще одно применение. Перезагрузка Uno происходит каждый раз при подключении к программе Arduino на компьютере с ОС Mac X или Linux (через USB). Следующие полсекунды после перезагрузки работает загрузчик. Во время программирования происходит задержка нескольких первых байтов кода во избежание получения платформой некорректных данных (всех, кроме кода новой программы). Если производится разовая отладка скетча, записанного в платформу, или ввод каких-либо других данных при первом запуске, необходимо убедиться, что программа на компьютере ожидает в течение секунды перед передачей данных.

На Uno имеется возможность отключить линию автоматической перезагрузки разрывом соответствующей линии. Контакты микросхем с обоих концов линии могут быть соединены с целью восстановления. Линия маркирована «RESET-EN» [6].

1.4 Характеристики светодиодного матричного дисплея

Светодиодный матричный дисплей состоит из 512 красных светодиодов типа DIP546. Характеристики дисплея представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики светодиодного матричного дисплея

Шаг пикселя, мм	10
Разрешение	32 (ширина)*16 точек (высота)
Светодиод	DIP546
Плотность пикселей, пиксель/м ²	10000
Управление	сдвиговый регистр 74НС595
Яркость, кд/м ²	4000
Питание, В	5 (постоянный ток)
Наилучшая дальность наблюдения, м	12~50

Продолжение таблицы 2

Частота обновления кадра, Гц/с	120
Условия эксплуатации, °С	При хранении: -40 ~90
	При использовании: -30 ~+ 50
Срок службы, ч	100 000
Наилучший угол обзора	100° по горизонтали/45° по вертикали
Допустимая влажность воздуха, %	5-85
Наработка на отказ, ч	≥10000
Степень защиты оболочки	IP65

1.5 Сдвиговый регистр

Управление светодиодами на светодиодном матричном табло происходит с помощью сдвигового регистра 74НС595.

74НС595 — восьмиразрядный сдвиговый регистр с последовательным вводом и последовательно-параллельным выводом информации, с триггером-защелкой и тремя состояниями на выходе.

Регистр позволяет контролировать 8 выходов, используя всего несколько выходов на контроллере. При этом несколько регистров можно объединять последовательно для каскадирования.

Данный регистр может передавать сигналы не только параллельно, но и последовательно. Это необходимо при объединении нескольких регистров, для получения 16 и более выходов. В этом случае первые 8 бит сигнала передаются на следующий регистр для параллельного вывода на нем, об этом будет рассказано более подробно во втором примере.

Три возможных состояния на выходе означают, что выход регистра может иметь не только логический ноль или единицу (HIGH или LOW), но и быть в высокоомном (высокоимпедансном) состоянии — когда выход отключен от схемы. В высокоомное состояние не может быть переведен отдельный выход, а только все выходы регистра разом. При управлении светодиодами, это может быть полезно в случае, при переключении управления светодиодами на другой контроллер. Однако на практике это состояние довольно редко используется.

Преимущества использования сдвигового регистра 74НС595:

- не требует никакой обвязки кроме конденсатора по питанию;
- работает через широкораспространенный интерфейс SPI;
- для самого простого включения достаточно двух выходов микроконтроллера; возможность практически неограниченного расширения количества выходов без увеличения занятых выходов микроконтроллера;
- частота работы до 100 МГц;
- напряжение питания от 2 В до 6 В;
- дешевый — стоит менее 5 центов;
- выпускается как в планарных корпусах, так и в DIP16.

Сдвиговый регистр 74НС595 состоит из:

- 8-битного регистра сдвига;
- 8-битного регистра хранения;
- 8-битного выходного регистра.

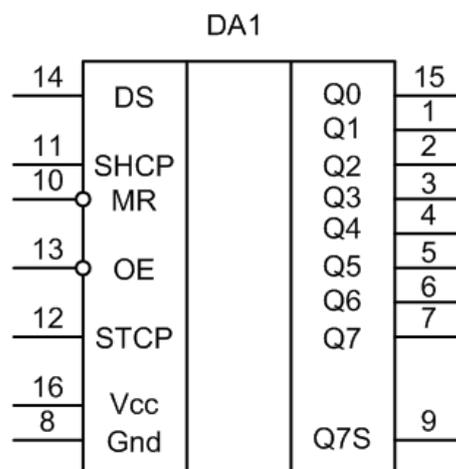


Рисунок 1.3 – Условное графическое обозначение сдвигового регистра 74НС595

Рассмотрим входы и выходы сдвигового регистра 74НС595:

- GND — земля
- VCC — питание 5 вольт
- OE Вход переводящий выходы из высокоимпедансного состояние в рабочее состояние. При логической единице на этом входе выходы 74НС595 будут отключены от остальной части схемы.

- MR — сброс регистра. Перевод всех выходов в состояние логического нуля.
- DS – вход данных. Последовательно подаваемые на данный вход данные будут появляться на 8-ми выходах регистра в параллельной форме.
- SHCP – вход для тактовых импульсов.
- STCP – вход «защёлкивающий» данные. Для того, чтобы данные появились на выходах Q0...Q7 нужно подать логическую единицу на вход STCP. Данные поступают в параллельный регистр который сохраняет их до следующего импульса STCP.
- Выходы 74НС595 Q0...Q7 – выходы которыми будем управлять. Q7' – выход предназначенный для последовательного соединения регистров.

Временная диаграмма, на которой показано движение логической единицы по всем выходам регистра представлена на рисунке 1.4 [9].

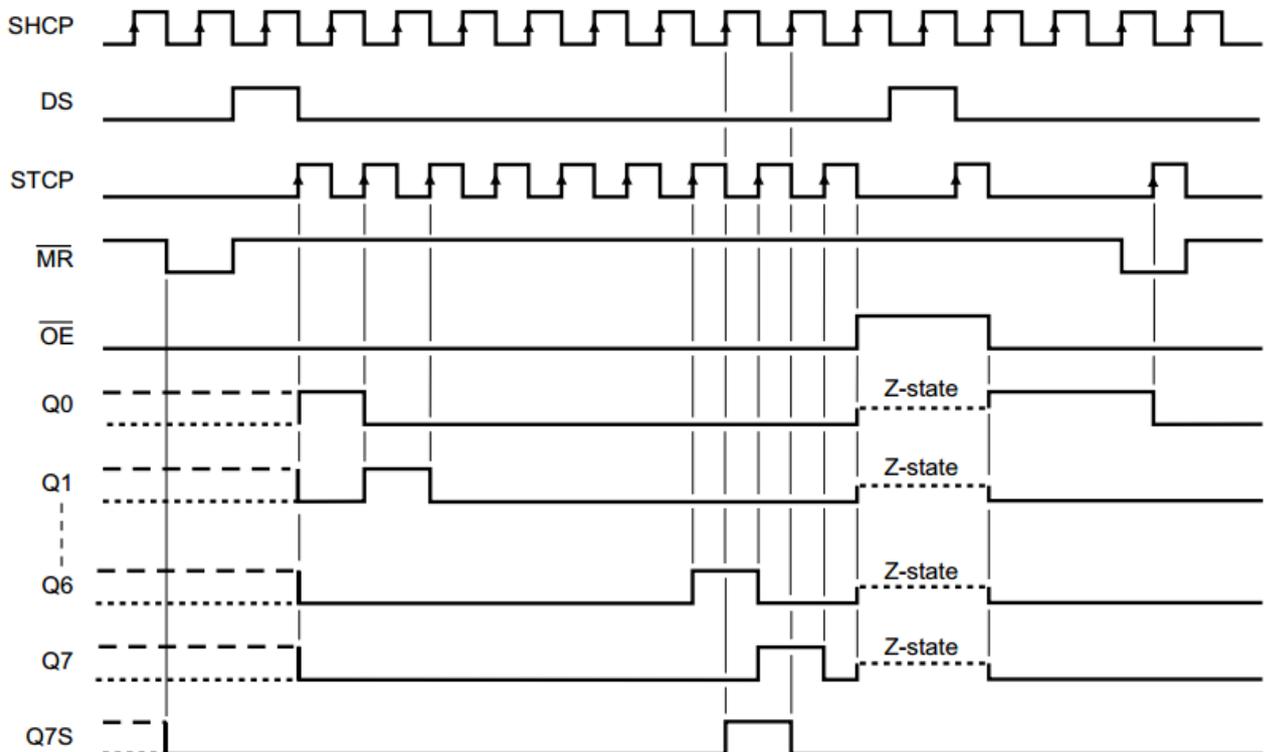


Рисунок 1.4 – Временная диаграмма сдвигового регистра 74НС595

2 Средства и методы разработки программного обеспечения

На основании проведенного обзора существующих аналогов светодиодных матричных дисплеев был выявлен ряд недостатков: (высокая цена; сложности при эксплуатации). В связи с этим, задачей данной работы является проектирование и реализация управления светодиодным матричным дисплеем посредством контроллера Arduino Uno и написание для него оригинального ПО. Разработанное ПО должно обеспечивать реализацию следующих функций:

1. взаимодействие пользователя с компьютером;
2. выдача управляющих сигналов с компьютера на светодиодное табло и их обработка.

Для решения первой и, частично, второй задачи необходимо разработать интерфейс взаимодействия пользователя с компьютером. Данный интерфейс должен обладать следующими функциями:

- ввод текста;
- выбор шрифта;
- регулирование скорости движения текста.

2.1 Обоснования выбора среды разработки

При разработке ПО необходимо определить среду разработки. С официального сайта предлагалась упрощенная среда разработки Arduino IDE. Однако, разработка ПО возможна сторонними средами разработки. Одной из таких разработок является надстройка Visual Micro для профессиональной среды разработки Visual Studio. Visual Studio – линейка продуктов компании Microsoft, включающих интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данные продукты позволяют разрабатывать консольные приложения и приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms.

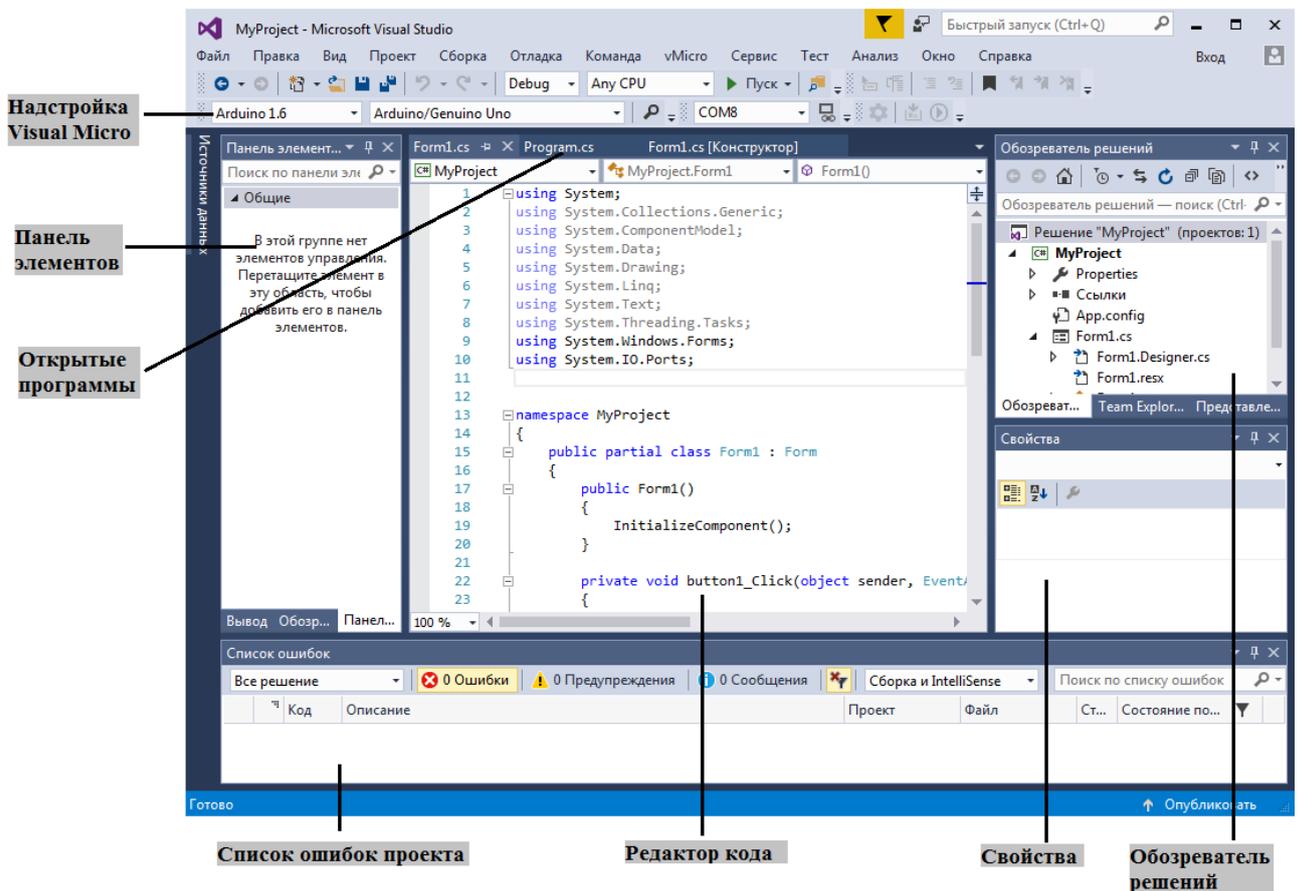


Рисунок 2.1 – Внешний вид среды разработки Visual Studio

Microsoft Visual Studio включает в себя редактор исходного кода с поддержкой технологии IntelliSense. Встроенный отладчик может работать как отладчик уровня исходного кода, так и отладчик машинного уровня. Остальные встраиваемые инструменты включают в себя редактор форм для упрощения создания графического интерфейса, веб-редактор, приложение, дизайнер классов и дизайнер схемы базы данных. Visual Studio позволяет создавать и подключать сторонние дополнения (плагины) для расширения функциональности [7].

Visual Micro - надстройка под Microsoft Visual Studio 2008-2013, которая позволяет разрабатывать любой проект Arduino, компилировать его и загружать в любую плату Arduino. Схема взаимодействия Visual Micro с Arduino представлена на рисунке 2.2.

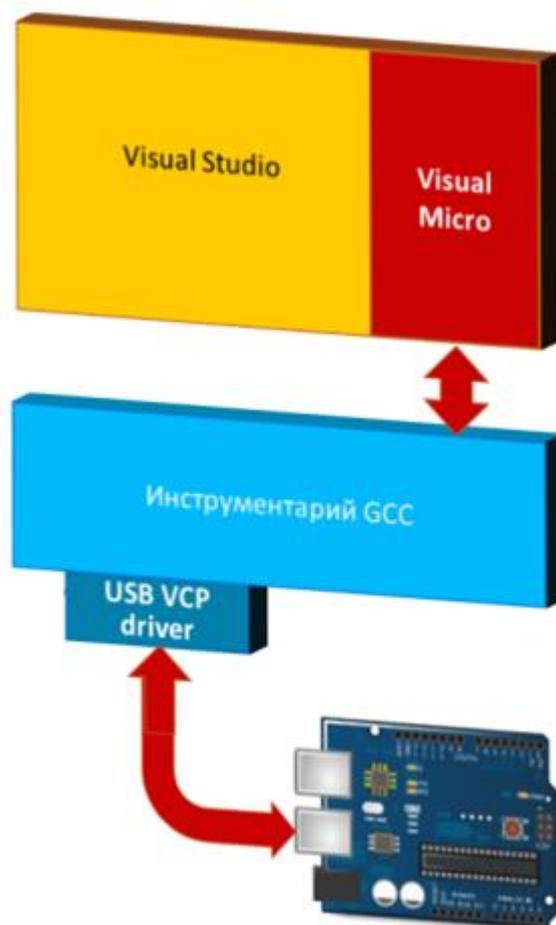


Рисунок 2.2 – Схема взаимодействия контроллера Arduino с Visual Micro

На схеме (рисунок 2.2) можно выделить основные элементы взаимодействия среды разработки Visual Micro и контроллера Arduino:

- Visual Studio – среда разработки, заменяющая оригинальный Arduino IDE;
- инструментарий GCC состоит из множества инструментов, которые работают за кулисами, при компиляции или загрузки скетча в плату. Основными компонентами этого множества являются компилятор GCC, компоновщик и программа загрузки;
- USB-драйвер виртуального последовательного порта или VCP (Virtual Com Port) отвечает за коммуникации между платой и компьютером.

По сравнению с Arduino IDE настройка Visual Micro имеет следующие преимущества:

- возможность отладки;

- возможность работы с несколькими последовательными соединениями;

- более удобный пользовательский интерфейс;
- большая функциональность среды разработки [8].

На основании проведенного сравнительного анализа выбрана среда разработки Microsoft Visual Studio с надстройкой Visual Micro для разработки ПО для Arduino Uno.

Для разработки интерфейса программного обеспечения выбран язык программирования C#, включенный в состав Microsoft Visual Studio.

Язык C# прост, типобезопасен и объектно-ориентирован, поддерживает полиморфизм, наследование, перегрузку операторов, статическую типизацию. Объектно-ориентированный подход позволяет решить задачи по построению крупных, но в тоже время гибких, масштабируемых и расширяемых приложений. Благодаря множеству нововведений C# обеспечивает возможность быстрой разработки приложений, но при этом сохраняет выразительность и элегантность, присущую C-подобным языкам.

3 Реализация управления светодиодным матричным дисплеем

Для проектирования светодиодного матричного табло необходимы следующие составные элементы:

- контроллер Arduino Uno;
- светодиодный матричный дисплей;
- соединительные провода Male-Male (8 шт.);
- источник питания 5В;
- соединительный шлейф;
- USB кабель.

Схема подключения светодиодного матричного табло представлена на рисунке 3.1.

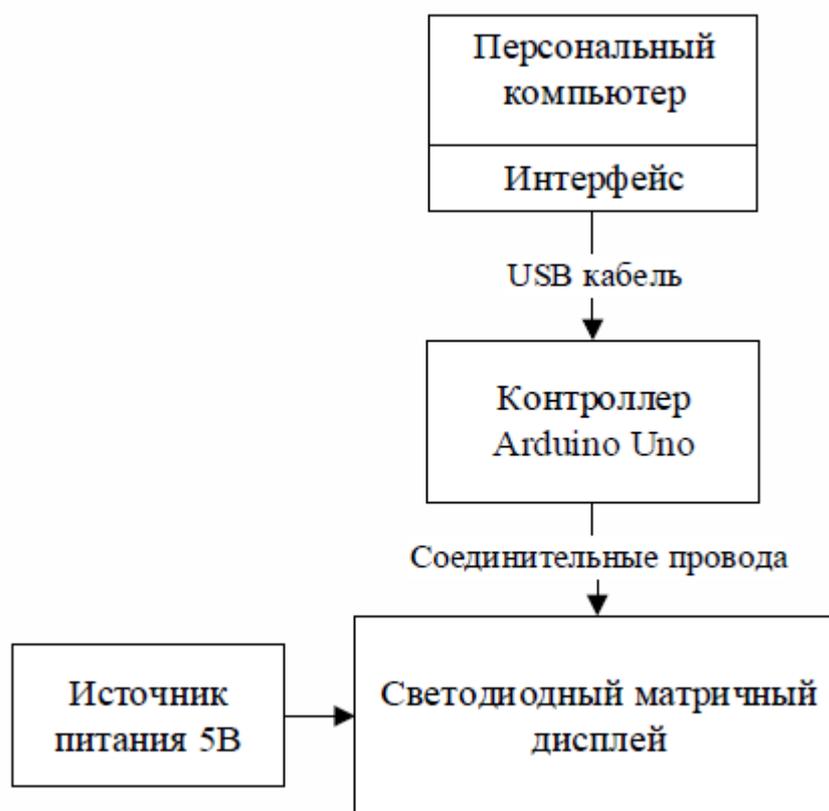


Рисунок 3.1 – Схема подключения светодиодного табло

Для функционирования светодиодного табло необходимо подключить контроллер Arduino Uno к светодиодному дисплею. Затем, необходимо загрузить в контроллер разработанное ПО. После разработки и загрузки в

<SPI.h>, <DMD.h>, <TimerOne.h>. Также, в программе использованы разработанные библиотеки шрифтов: Arial_Black_16.h, SystemRus5x7.h.

Обязательным для написания программы является использование таких функций как: setup, loop.

Функция setup() вызывается при старте программы. Используется для инициализации переменных, определения режимов работы выводов, запуска используемых библиотек и т.д. Функция setup запускается только один раз, после каждой подачи питания или сброса платы Arduino.

Функция loop() используется после функции setup(), которая выполняется в цикле, позволяя программе совершать вычисления и реагировать на них.

Данные функции не используются без типа данных void, который вызывается при объявлении функций. Указывает на то, что объявляемая функция не возвращает никакого значения той функции, из которой она была вызвана [6].

Алгоритм работы ПО представлен на рисунке 3.3. Исходный код разработанного ПО представлен в приложении А.



Рисунок 3.3 – Алгоритм работы ПО

3.3 Разработка интерфейса пользователя

Для наиболее упрощенного ввода информации в табло был разработан пользовательский графический интерфейс (GUI), взаимодействующий с пользователем и контроллером. Информация вводится пользователем и передается в контроллер Arduino Uno. Связь между пользователем и контроллером осуществляется через USB кабель. В программе данная связь осуществляется через набор функций «Serial». Данный набор служит для связи устройства Arduino с компьютером или другими устройствами, поддерживающими последовательный интерфейс обмена данными [6]. Внешний вид разработанного пользовательского графического интерфейса представлен на рисунке 3.4.

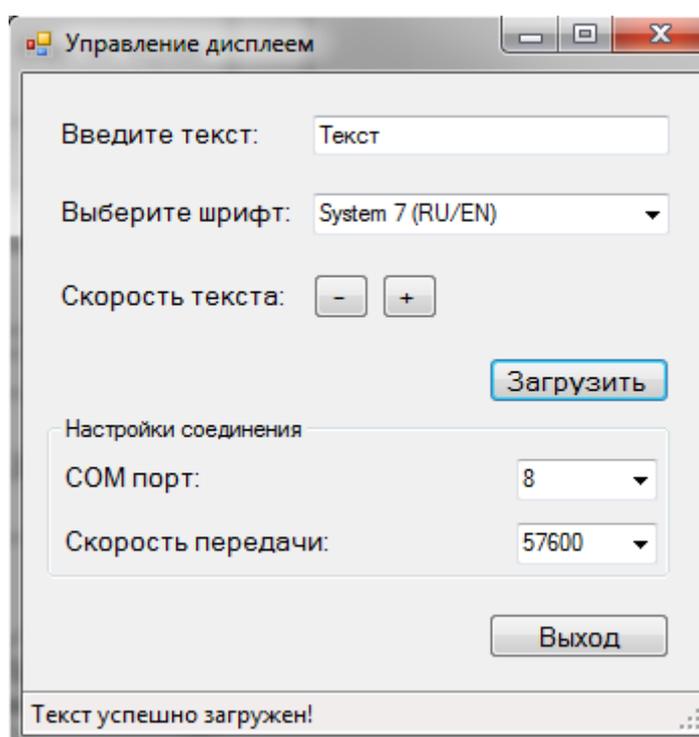


Рисунок 3.4 – Внешний вид пользовательского графического интерфейса

Данный интерфейс обеспечивает:

- передачу введенного текста в формате UTF8 в контроллер;
- выбор шрифта текста;
- настройки соединения (COM порт и скорость передачи);
- вывод событий в строку состояния.

Алгоритм работы интерфейса пользователя представлен на рисунке 3.5.

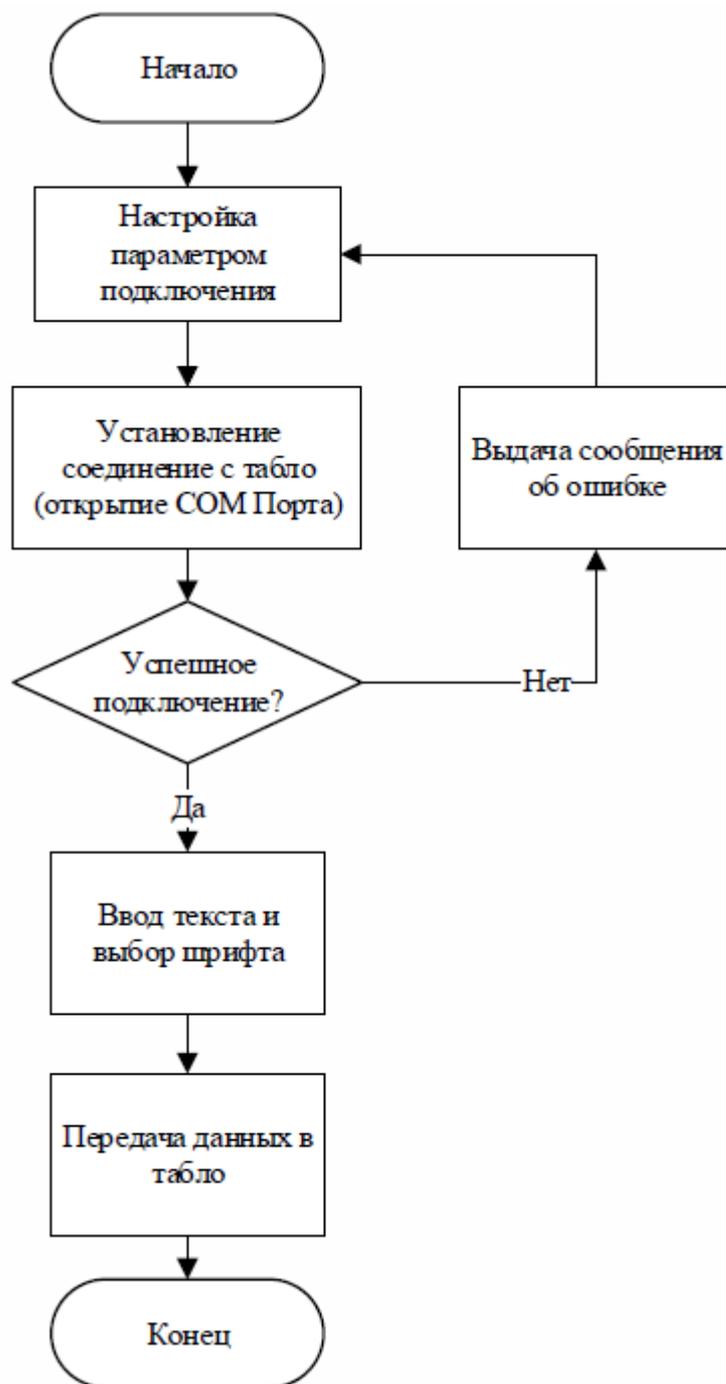


Рисунок 3.5 – Алгоритм работы пользовательского интерфейса

Приведенный на рисунке 3.5 алгоритм работы пользовательского интерфейса реализован программно на языке C# и служит для упрощенного ввода информации на табло пользователем. Исходный код разработанного пользовательского интерфейса представлен в приложении Б.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе объектом исследования является светодиодное информационное табло, управляемое микропроцессором Atmel ATmega328 контроллера Arduino Uno с помощью разработанного интерфейса. Дисплей предназначен для интерактивного отображения текстовой информации. Информация вводится пользователем и выводится на светодиодный матричный дисплей.

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями данного исследования могут быть промышленные предприятия, производственные фирмы, службы МЧС, учреждения здравоохранения и различные коммерческие организации.

На рисунке 4.1 изображена сегментация рынка для коммерческой организации по разработке и применению светодиодных табло.

		Вид светодиодного табло			
		Для помещений (Red)	Для помещений (RGB)	Для улицы (Red)	Для улицы (RGB)
Потребители	Крупные предприятия				
	Средние предприятия				
	Мелкие предприятия				

Рисунок 4.1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке и применению светодиодных табло

Из приведённой на рисунке 4.1 карты сегментирования можно сделать следующие выводы:

1) светодиодные табло для улицы являются основными сегментами рынка;

2) крупные предприятия предпочитают использовать цветные светодиодные табло как для помещений, так и для улицы.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В таблице 3 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в чтении и корректировке программного кода	0.1	5	5	5	0,35	0,25	0,25
2. Потребность в ресурсах памяти контроллера	0.05	3	5	3	0,2	0,4	0,15
3. Интерфейс пользователя	0.1	5	3	5	0,5	0,4	0,5
4. Функциональное исполнение системы	0.1	5	3	1	0,5	0,3	0,1
5. Возможность использования с любым другим контроллером на базе Arduino UNO	0.05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность ПО	0.1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
2. Уровень востребованности среди потребителей ПО	0.1	1	5	3	0,1	0,5	0,3
3. Цена	0.1	3	5	1	0,3	0,5	0,1
4. Финансирование разработки ПО	0.2	3	3	3	0,6	0,6	0,6
5. Срок исполнения системы	0.1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
Итого	1	33	41	27	3,7	4,4	3

Исходя из расчётов, сделанных выше, можно сделать вывод, что данная разработка имеет средний уровень конкурентоспособности.

4.1.3 SWOT-анализ

Итоговая матрица SWOT-анализа приведена в приложении В.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, инженер
	3	Проведение патентных исследований	Научный руководитель, инженер
	4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, инженер
Проектирование структуры ПО	5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, инженер
	6	Проектирование структуры ПО	Научный руководитель, инженер
	7	Разработка ПО	Научный руководитель, инженер
	8	Тестирование ПО	Инженер

Продолжение таблицы 4

<i>Проведение ОКР</i>			
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Оформление расчетно-пояснительной записки	Инженер
	10	Оформление графического материала	Инженер
	11	Подведение итогов	Научный руководитель, инженер

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. В таблице 5 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

На основе таблицы 5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней). Календарный план проведения научного исследования приведен в таблице 6.

Таблица 5 – График проведения научного исследования

Этап	Исполнитель	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					T_{Pi}		T_K	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Постановка задачи	НР	3	5	3,8	4,56	–	5,53	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	4	2,8	0,34	3,36	0,41	4,07
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	4	6	4,8	4,03	5,04	4,88	6,11
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	0,67	3,36	0,81	4,07
Обсуждение литературы	НР, И	2	4	2,8	1,01	3,36	1,22	4,07
Проектирование структуры ПО	НР, И	15	20	17	20,4	14,28	24,3	17,30
Разработка ПО	НР, И	12	15	13,2	7,92	15,84	9,60	19,19
Тестирование и отладка ПО	И	6	10	7,6	-	9,12	-	11,05
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	-	8,64	-	10,47
Оформление графического материала	И	2	5	3,2	-	3,84	-	4,65
Подведение итогов	НР, И	2	3	2,4	1,72	2,88	2,08	3,49
Итого:				67,6	40,6	69,72	49,3	84,47

Таблица 6 – Календарный план проведения научного исследования

Этап	Длительность работ	Начало	Окончание
Постановка задачи (НР)	5,53 дней	Пт 22.01.16	Пт 29.01.16
Разработка и утверждение ТЗ (НР)	4,1 дней	Пт 29.01.16	Чт 04.02.16
Разработка и утверждение ТЗ (И)	4,07 дней	Пт 29.01.16	Чт 04.02.16
Подбор и изучение материалов по тематике (НР)	4,88 дней	Чт 04.02.16	Чт 11.02.16
Подбор и изучение материалов по тематике (И)	6,11 дней	Чт 04.02.16	Пт 12.02.16
Разработка календарного плана (НР)	0,81 дней	Пт 12.02.16	Пн 15.02.16
Разработка календарного плана (И)	4,07 дней	Пт 12.02.16	Чт 18.02.16
Обсуждение литературы (НР)	1,22 дней	Чт 18.02.16	Пн 22.02.16
Обсуждение литературы (И)	4,07 дней	Чт 18.02.16	Ср 24.02.16
Проектирование структуры ПО (НР)	24,72 дней	Ср 24.02.16	Ср 30.03.16
Проектирование структуры ПО (И)	17,03 дней	Ср 24.02.16	Пт 18.03.16
Разработка ПО (НР)	9,6 дней	Ср 30.03.16	Ср 13.04.16
Разработка ПО (И)	19,19 дней	Ср 30.03.16	Вт 26.04.16
Тестирование и отладка ПО (И)	11,05 дней	Вт 26.04.16	Ср 11.05.16
Оформление расчетно-пояснительной записки (И)	10,47 дней	Ср 11.05.16	Чт 26.05.16
Оформление графического материала (И)	4,65 дней	Пт 03.06.16	Чт 09.06.16
Подведение итогов (НР)	2,08 дней	Чт 09.06.16	Пн 13.06.16
Подведение итогов (И)	3,49 дней	Чт 09.06.16	Ср 15.06.16

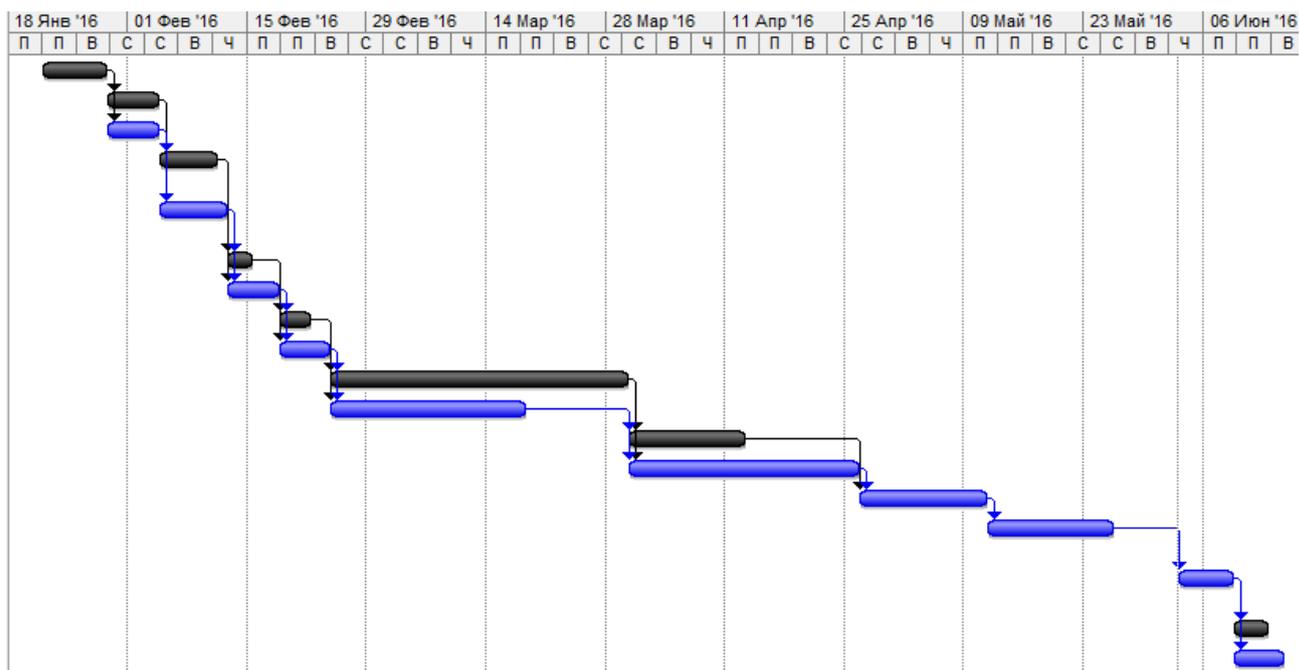


Рисунок 4.2 – Календарный план-график проведения научного исследования

Таким образом, составлен календарный план-график проведения научного исследования и представлен на рисунке 4.2.

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, отображены в таблице 7.

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Блокнот	40	2 шт.	80
Бумага для принтера формата А4	150	2 уп.	300
Ручка	10	4 шт.	40
Карандаш	10	2 шт.	20
Итого:			440

Расходы на материалы составили 440 рублей.

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 8.

Таблица 8 – Материальные затраты на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Arduino UNO (комплект)	1000	1 шт.	1000
Светодиодный матричный дисплей (32x16, Red)	600	1 шт.	600
Затраты на доставку Arduino UNO	90	1 шт.	90
Источник питания (5В)	2000	1 шт.	2000
Итого:			3690

Расходы на приобретение спецоборудования для научных работ составили 3690 рублей:

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 9. При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня.

Таблица 9 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	25 000	993,25	41	1,69	68822,29
И	15 000	595,95	79	1,69	79565,29
Итого:					148387,58

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили 148387,58 рублей.

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	68822,29	–
И	79565,29	–
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	$k_{\text{внеб}} = 22\%$	
Итого:	32645,3	

Таким образом, отчисления во внебюджетные фонды составили 32645,3 рублей.

4.3.5 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (32645,3 + 148387,58 + 990 + 440) \cdot 0,16 = 29194$$

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	440
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	990
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148387
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32645,3
5. Накладные расходы	29194
6. Бюджет затрат НТИ	211656

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Уровень новизны	0,3	5	5	5
2. Теоретический уровень	0,3	5	3	3
3. Возможность реализации	0,4	5	3	3
Итого:	1	5	3,6	3,6

$$I_{p-ucn1} = 5*0,3 + 5*0,3 + 5*0,4 = 5;$$

$$I_{p-ucn2} = 5*0,3 + 3*0,3 + 3*0,4 = 3,6;$$

$$I_{p-ucn3} = 5*0,3 + 5*0,3 + 5*0,4 = 3,6.$$

Сравнительная эффективность проекта представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5	3,6	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5	3,6	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,39	1	1

Таким образом, исполнение № 1 является наиболее функциональным и ресурсоэффективным по сравнению с исполнениями № 2 и № 3. Все 3 исполнения с финансовой точки зрения эффективны.

5 Социальная ответственность

В данной работе представлено управление светодиодным информационным табло на базе микропроцессора Atmel ATmega328. Управление светодиодным матричным дисплеем реализовано контроллером Arduino Uno с помощью разработанного интерфейса. Дисплей предназначен для интерактивного отображения текстовой информации. Информация вводится пользователем и выводится на светодиодный матричный дисплей.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

Таблица 14 – Опасные и вредные факторы при разработке устройства

Источник фактора	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Подключение устройства к контроллеру и источнику питания; 2. разработка ПО; 3. отладка разработанного ПО.	1. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 2. повышенная или пониженная температура воздуха; 3. недостаточная освещенность; 4. повышенный уровень электромагнитных излучений.	1. Поражение электрическим током	<ul style="list-style-type: none">• СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03• ГОСТ 12.0.003-74*• ГОСТ Р 22.3.03-94• СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

5.1.1.1 Влажность воздуха и температура воздуха

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к категории лёгких работ. В соответствии со временем года и

категорией тяжести работ определены параметры микроклимата и приведены в Таблице 2 [10].

Таблица 15 – Оптимальные параметры микроклимата рабочего места по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Температура окружающих поверхностей, °С	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23-25	40-60	21-25	0,1
Теплый	Категория 1а	20-22	40-60	22-26	0,1

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха и приведен в Таблице 3 [11].

Таблица 16 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры по СНиП 2.04.05-91

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20

5.1.1.2 Недостаточная освещенность

На рабочем месте желательно применение комбинированной системы освещения: люминесцентные лампы типа ЛД. Люминесцентные лампы имеют ряд существенных преимуществ: излучаемый ими свет близок к дневному, естественному свету; обладают повышенной светоотдачей, имеют более длительный срок службы. Освещаемая площадь помещения составляет 8м²,

количество ламп – 2. Нормы освещенности аудитории приведены в таблице 4[12].

Таблица 17 – Нормы освещенности аудитории по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03

Освещенность, лк			Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
При комбинированном освещении		При общем освещении	
Всего	От общего		
500	300	400	10

Фактическая освещенность аудитории, в которой разрабатывается устройство, составляет 500 лк, что удовлетворяет нормам освещенности по таблице 4.

5.1.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

В данной выпускной работе будет рассматриваться такой источник электромагнитного поля как персональный компьютер. Энергетическая экспозиция за рабочий день не должна превышать значений, указанных в таблице 4 [13].

Таблица 18 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция	
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны
30 - 50 МГц	800,0	0,72

Для обеспечения меньшего электромагнитного излучения использован жидкокристаллический монитор. Необходимо учитывать расстояние до монитора, так как при большем расстоянии от человека оказывается меньшее влияние. В связи с тем, что электромагнитное излучение от стенок монитора намного больше, необходимо ограничивать его стенами, т.е. ставить в углу.

Необходимо чтобы компьютер был заземлен, а так же необходимо по возможности сокращать время работы за компьютером.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

При работе с компьютером существует опасность электропоражения:

- при прикосновении с полом, стенами оказавшимися под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

Помещение, в котором находится рабочее место, относится к категории помещений без повышенной опасности. Его можно охарактеризовать, как сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования[14].

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Основные технические средства защиты от поражения электрическим током:

- установка оградительных устройств;
- изоляция токоведущих частей и ее непрерывный контроль;
- защитное заземление;
- предупредительная сигнализация и блокировка;
- зануление;
- защитное отключение[14].

5.2 Экологическая безопасность

При разработке устройства используется 512 светодиодов. В некоторых типах светодиодов, содержится свинец, мышьяк и десяток других потенциально

опасных веществ. Наибольшую опасность для состояния окружающей среды и здоровья человека представляет загрязнение воздушного бассейна. Вследствие этого, при поломке светодиодных ламп рекомендуется убирать остатки лампы в перчатках и маске, и утилизировать как опасные отходы.

В процессе работы в помещении осуществляется водоснабжение и образование бытовых сточных вод (помещения гигиены и водопотребления) Сточные воды передаются в сточные системы. Для утилизации макулатуры рядом с принтером установлена специальная урна, предназначенная для накопления всех ненужных печатных материалов. После наполнения урны, работник предприятия обязан изыскивать средства для того, чтобы отправить данные накопители бумажного мусора на станцию вторсырья. Далее вся эта бумага идет на переработку как вторичное сырье. При поломке части ЭВМ или выхода из срока службы люминесцентных ламп отдельно происходит утилизация неисправленной части или лампы[16].

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При разработке устройства возможно возникновение чрезвычайной ситуации. Одной из такой ситуации является пожар. Возникновение пожара в помещении с вычислительной техникой приводит к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации. Чрезвычайные ситуации приводят к полной потере информации и большим трудностям восстановления всей информации в полном объеме. Для того чтобы избежать возникновения данной чрезвычайной ситуации необходимо периодически проводить соответствующие мероприятия. Мероприятия по предупреждению (снижению) последствий, защите населения, сельскохозяйственных животных и растений в зонах взрыво- и пожароопасных объектов:

- проведение профилактических работ по проверке состояния технологического оборудования;
- проведение тренировок персонала по предупреждению аварий и травматизма;

- подготовка формирований для проведения ремонтно-восстановительных работ, оказания медицинской помощи пострадавшим, эвакуации пострадавших;
- обеспечение пожарной безопасности объекта;
- проведение обследований (дефектоскопия) трубопроводов.

Для защиты жизни и здоровья населения в ЧС следует применять следующие основные мероприятия гражданской обороны, являющиеся составной частью мероприятий РСЧС:

- укрытие людей в приспособленных под нужды защиты населения помещениях производственных, общественных и жилых зданий, а также в специальных защитных сооружениях;
- эвакуацию населения из зон ЧС;
- использование средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов;
- проведение мероприятий медицинской защиты;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах ЧС.[15]

Для исключения возникновения пожара необходимо:

- вовремя выявлять и устранять неисправности;
- не использовать открытые обогревательные приборы, приборы кустарного производства в помещении лаборатории;
- определить порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначить ответственного за их проведения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

Для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5. Покидать помещение согласно плану эвакуации на рисунке 5.1.

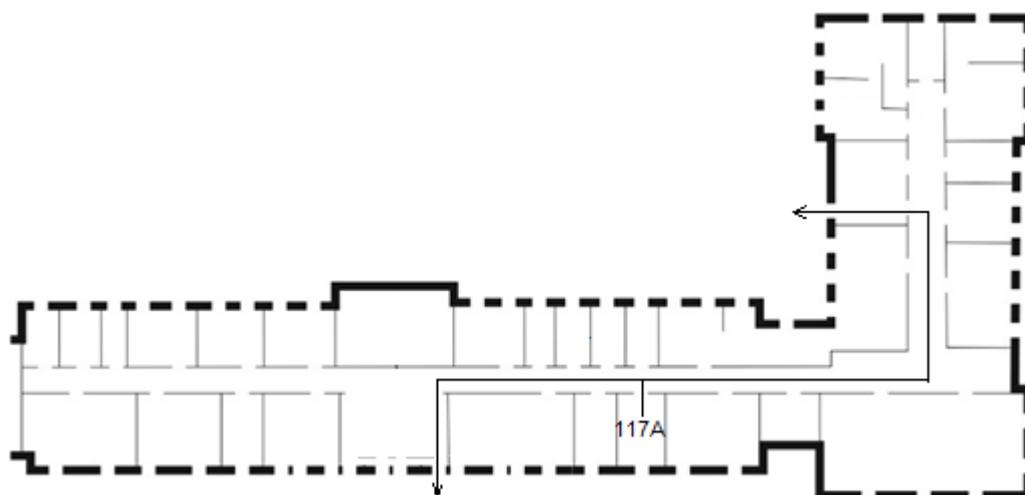


Рисунок 5.1 – план эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений учебного корпуса №10, пр. Ленина 2, 1 этаж

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Эргономические требования к рабочему месту

На рисунке 5.2 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

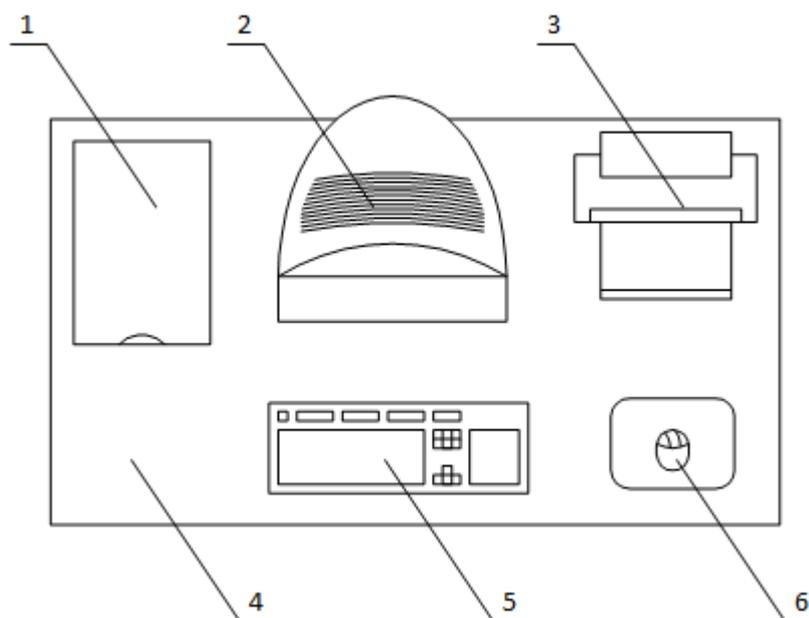


Рисунок 5.2 – Размещение основных и периферийных составляющих ПК

На рисунке 5.2 содержатся следующие элементы:

- 1) сканер;
- 2) монитор;
- 3) принтер;
- 4) рабочий стол;
- 5) клавиатура;
- 6) компьютерная мышь.

5.4.2 Окраска и коэффициенты отражения

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

– окна ориентированы на север – стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета, пол – красновато-оранжевый;

– окна ориентированы на юг – стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета, пол – зеленый;

– окна ориентированы на запад – стены желто-зеленого или голубовато-зеленого цвета, пол зеленый или красновато-оранжевый.

– окна ориентированы на восток – стены желто-зеленого цвета, пол зеленый или красновато-оранжевый;

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения: для потолка – около 65, для стен – около 45, для пола – около 35 [18].

Заключение

В данной работе выявлены преимущества и недостатки существующих технологий светодиодных матричных табло. Спроектировано светодиодное матричное табло на базе контроллера Arduino Uno и монохромного светодиодного матричного дисплея. Также реализован алгоритм его управления на основе программного обеспечения и разработанных библиотек шрифтов, написанных на языке C++ в программной среде Visual Studio. Разработанное программное обеспечение отлажено, загружено в контроллер и корректно функционирует наряду с разработанным пользовательским графическим интерфейсом. Значимость данной работы заключается в том, что спроектированное светодиодное табло является законченным продуктом и может решать широкий спектр задач в области визуализации информации (различные предприятия и производственные фирмы, транспортная отрасль, учреждения здравоохранения, службы МЧС, образовательные учреждения).

Conclusion

In this study revealed advantages and disadvantages of existing technologies of LED matrix board. Design engineered LED display board based on the Arduino Uno controller and a monochrome LED matrix display. Also implemented control algorithm of the display and developed font libraries in C++ in Visual Studio program environment. The developed software is debugged, loaded in the controller and functioning properly, along with the developed graphical user interface. The importance of this work lies in the fact that designed the LED board is a finished product and it can solve a wide range of information visualization tasks (different companies and manufacturing firms, transport industry, healthcare facilities, emergency services, educational facilities).

Список использованных источников

1. Дадонов В.А., Бондарь А.А. Анализ развития и современного состояния рынка светотехники. Инженерный журнал: наука и инновации, 2014, вып. 5.
2. Светодиодный графический экран [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Светодиодный_графический_экран, свободный (Дата обращения: 15.04.2016 г.).
3. Светодиодные дисплеи – новая веха в развитии рекламного бизнеса [Электронный ресурс] / Компания Лайт Медиа – режим доступа: <http://light-media.su/partner/svetodiодные-displei-novaya-veha-v-razvitii-reklamnogo-biznesa.html>, свободный (Дата обращения: 11.05.2016 г.).
4. Преимущества и недостатки светодиодных экранов с малым шагом пикселя [Электронный ресурс] / Mitsubishi Electric US Visual & Imaging Systems – режим доступа: http://www.inavate.ru/site/files/white_papers/Direct_View_LED_Display_White_Paper_RUS.pdf, свободный (Дата обращения: 15.05.2016 г.).
5. Светодиод, история развития, интересные факты, перспективы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://svetlix.ru/articles/about_led, свободный (Дата обращения: 29.04.2016 г.).
6. Arduino Uno. [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия – режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>, свободный (Дата обращения: 21.04.2016 г.).
7. Microsoft Visual Studio [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия – режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio, свободный (Дата обращения: 16.04.2016 г.).
8. Совместная работа утилит [Электронный ресурс] / Arduino and Visual Studio – режим доступа: <http://www.visualmicro.com/page/User-Guide.aspx?doc=ru/How-The-Tools-Play-Together.html>, свободный. (Дата обращения: 23.05.2016 г.)

9. Сдвиговой регистр 74HC595 и семисегментный индикатор [Электронный ресурс] / Практическая электроника – Просто о сложном – режим доступа: <http://hardelectronics.ru/74hc595.html>, свободный. (Дата обращения: 23.05.2016 г.)
10. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
11. СНиП 2.04.05-91 *. Отопление, вентиляция и кондиционирование
12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
13. СанПиН 2.2.4/2.1.8.989-00. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)
14. Правила устройства электроустановок. Издание 7-е, перераб. – М.: «Норматика», 2013. – 464с. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
15. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения.
16. Статья 8.1. КоАП РФ. Несоблюдение экологических требований при осуществлении градостроительной деятельности и эксплуатации предприятий, сооружений или иных объектов
17. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
18. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Исходный код ПО Arduino Uno

```
#include <SPI.h>
#include <DMD.h>
#include <TimerOne.h>
#include "Arial_Black_16_ISO_8859_1.h"
#include "SystemRus5x7.h"
#define DISPLAYS_ACROSS 1
#define DISPLAYS_DOWN 1
DMD dmd(DISPLAYS_ACROSS, DISPLAYS_DOWN);
void ScanDMD()
{
    dmd.scanDisplayBySPI();
}
char buffer[100];
char command[20];
char data[20];
int st = 75;

void setup(void)
{
    Timer1.initialize( 3000 );
    Timer1.attachInterrupt( ScanDMD );
    dmd.clearScreen( true );
    Serial.begin(57600);
}

void loop(void)
{
    int i=0;
    dmd.selectFont(SystemRus5x7);
    char *MSG = "Hello World!";
    label:
    dmd.clearScreen( true );
    if (i>0) sscanf(buffer, "%[^' ']' %[^']*'", command, data);
    switch (command[0])
    {
        case '1':
        {
            if ((String)data == "Arial") dmd.selectFont(Arial_Black_16_ISO_8859_1);
            if ((String)data == "System") dmd.selectFont(SystemRus5x7);
        }
        case '2':
        {
            MSG = data;
            break;
        }
        case '3':
        {
            if ((String)data == "+") st = st-10;
            if ((String)data == "-") st = st+10;
        }
        break;
    }
    dmd.drawMarquee(MSG, strlen(MSG), (32*DISPLAYS_ACROSS)-1, 0);
    long start=millis();
    long timer=start;
    while(1){
        if ((timer+st) < millis())
```

```
{
  dmd.stepMarquee(-1,0);
  timer=millis();
}
if (Serial.available() >0)
{
  delay(100);
  i=0;
while (Serial.available() > 0) { buffer[i++] = Serial.read(); Serial.flush();}
  buffer[i++] = '\0';
  goto label;
}
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Исходный код пользовательского интерфейса

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
namespace MyProject
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        String com = "COM8";
        int speed = 57600;
        String command;
        string temp;
        String data;

        public static string connect(String ComPort, int ComSpeed, string res)
        {
            SerialPort port = new SerialPort(ComPort, ComSpeed);
            try
            {
                port.Open();
            }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show(ex.Message, "Ошибка", MessageBoxButtons.OK,
                MessageBoxIcon.Error);
            }
            if (port.IsOpen == true)
            {
                port.Encoding = Encoding.UTF8;
                port.Write(res);
                port.Close();
            }
            return "Success";
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            data = textBox1.Text + "*";
            command = "2";
            temp = command + " " + data;
            connect(com, speed, temp);
            toolStripStatusLabel1.Text = "Текст успешно загружен!";
        }

        private void comboBox2_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
        {

```

```

        speed = int.Parse(comboBox2.SelectedItem.ToString());
    }

    private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        Application.Exit();
    }

    private void comboBox3_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        int t = int.Parse(comboBoxCom.SelectedItem.ToString());
        com = "COM" + t.ToString();
    }

    private void comboBox1_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        if (comboBox1.SelectedItem.ToString() == "Arial 16 (EN)") data = "Arial*";
        if (comboBox1.SelectedItem.ToString() == "System 7 (RU/EN)") data = "System*";
        command = "1";
        temp = command + " " + data;
        connect(com, speed, temp);
        toolStripStatusLabel1.Text = "Шрифт текста успешно изменен!";
    }

    private void button2_Click_1(object sender, EventArgs e)
    {
        data = "-*";
        command = "3";
        temp = command + " " + data;
        connect(com, speed, temp);
        toolStripStatusLabel1.Text = "Скорость текста успешно уменьшена!";
    }

    private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        data = "+*";
        command = "3";
        temp = command + " " + data;
        connect(com, speed, temp);
        toolStripStatusLabel1.Text = "Скорость текста успешно увеличена!";
    }
}
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

SWOT-анализ

Таблица В.1 – SWOT-анализ

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	<p>С1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей).</p> <p>С2. Функциональная мощность</p> <p>С3. Конкурентоспособность продукта..</p> <p>С4.Высоко квалифицированный научный труд.</p>	<p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров.</p> <p>Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания ПО.</p> <p>Сл4. Высокая стоимость оборудования</p>
Возможности:		
<p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ для быстрого внедрения ПО на рынок.</p> <p>В2. Использование развитой международной инфраструктуры для более быстрой доставки плат.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность ПО и ускорить выход на рынок. Так же использование развитой международной инфраструктуры поможет ускорить выход ПО на рынок.</p> <p>Возможно появление дополнительного спроса на новый продукт благодаря использованию высоко квалифицированного научного труда.</p>	<p>Появление дополнительного спроса на новый продукт может привести к отсутствию у потенциальных потребителей квалифицированных кадров.</p>

Продолжение таблицы В.1

<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция производителей ПО. У3. Высокая стоимость оборудования и плат.</p>	<p>Развитая конкуренция производителей ПО может привести к снижению конкурентоспособности продукта. Высокая стоимость оборудования и плат требует более высоко квалифицированный научный труд и затягивает срок выхода на рынок.</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии производства и высокая стоимость оборудования и плат может привести к отсутствию прототипа научной разработки, отсутствию потенциальных потребителей, необходимого оборудования для проведения испытания ПО.</p>
---	--	---