

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Факультет профессионального образования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему «Разработка проекта логотипа фирмы на основе микроконтроллера с
применением LED-технологий»

студента группы КСК9-18-1спо по специальности 09.02.01 Компьютерные
системы и комплексы

Быкова Антона Дмитриевича _____

Руководитель: _____ Е.Л. Федосеева

Консультант по
экономической части: _____ К.В. Кондратьева

Консультант по промышленной экологии
и охране труда: _____ А.К. Торощин

Рецензент: _____ (_____)

Допуск к защите: _____ М.Н. Апталаев

Лысьва, 2022

РЕФЕРАТ

Быков А.Д. ПРОЕКТ ЛОГОТИПА ФИРМЫ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ LED-ТЕХНОЛОГИЙ, выпускная квалификационная работа: стр. 57, рис. 17, табл. 10, библи. 34 назв.

LED-ТЕХНОЛОГИЯ, СВЕТОДИОД, МИКРОКОНТРОЛЛЕР.

Объект исследования: Технологии отображения информации

Цель работы - разработка проекта логотипа фирмы на основе микроконтроллера с применением LED-технологий.

В процессе работы проводилась разработка управляющей программы и принципиальной схемы устройства.

В результате разработки было достигнуто построение аппаратной и программной части устройства. На основе полученных схем возможно дальнейшее проектирование и модернизация устройства.

Основные конструктивные и экономические показатели: Простота работы при малых финансовых затратах.

Система может применяться для различных выставок в рекламных целях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ	5
1.1 Понятие LED-технологий и принцип действия.....	5
1.2 Обзор существующих решений.....	13
1.3 Формирование требований к проектируемому устройству	15
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	16
2.1 Выбор инструментальной базы для разработки	16
2.2 Структурная схема разрабатываемого устройства.....	20
2.3. Разработка управляющей программы для устройства	23
3 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	25
3.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте инженера-электронщика.	25
3.2 Разработка средств защиты от воздействия выбранного ВиОПФ.....	28
3.3 Экологические требования к утилизации вычислительной и оргтехники, а также их расходных материалов.	30
3.4. Выводы по разделу.....	33
4 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	34
4.1 Расчет себестоимости объекта.....	34
4.2 Расчет экономической эффективности проекта	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЛИСТИНГ ПРОГРАММЫ.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Несколько десятков лет назад, когда первые компьютеры только выходили на рынок, мало кто предполагал, как далеко и насколько пойдет развитие данной технологии. Современный мир достиг немалых высот не только в персональных компьютерах, но и в небольших, но не менее полезных, микроконтроллерах и микропроцессорах. И в наше время любой человек может упростить себе жизнь, создав себе какое-либо устройство из готовых основ и компонентов. И все это благодаря их доступности и понятности для простого пользователя. А различные статьи, мануалы и видеоролики в Интернете позволяют относительно быстро получить необходимую базу знаний и сделать практически все что угодно, лишь бы было желание и время.

И поэтому многие предприятия стремятся к использованию различных технологий, чтобы автоматизировать и упростить работу для своих направлений деятельности. Это же касается и различных рекламных направлений, что объясняет актуальность введения микроконтроллерной системы даже в такую вещь, как реклама. И для рекламы могут подходить самые разные технологии, в том числе LED-технологии.

Создание небольшого рекламного устройства обосновано его использованием в различных выставках и выступлениях.

Актуальность выпускной квалификационной работы заключается в создании LED-устройства, которое позволяет использовать его на различных выставках в рекламных целях. Это не только прорекламирует компанию на различных выступлениях, но и изменит ее имидж среди конкурентов в лучшую сторону. Использование развивающейся технологии способно показать, что предприятие готово к новому, и способно удержать конкурентоспособное состояние.

Объект исследования: Технологии отображения информации.

Предмет исследования: LED-технологии.

Целью является разработка проекта логотипа фирмы на основе микроконтроллера с применением LED-технологий.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

- провести анализ предметной области исследования;
- разработать технические требования к проектируемой системе;
- разработать аппаратную и программную часть устройства отображения информации;
- провести анализ средств охраны труда на рабочем месте инженера-электронщика;
- выполнить технико-экономическое обоснование проекта.

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Понятие LED-технологий и принцип действия

Light-emitting diode, или сокращенно LED, можно дословно перевести как «излучающий свет диод». Светоизлучающий диод, или как его в основном называют, светодиод, - технология, как понятно из названия, позволяющая преобразовывать электрический ток в световое излучение. Это излучение появляется путем соединения катода и полупроводника, который соединен с анодом.[3]

Началом истории технологии светодиода можно считать 1907 год. Генри Раунд, ученый из Англии, проводил эксперимент с током и метал-корбундом. Заметив свечение, испускаемое диодом, Раунд решил изучить данное явление, впервые обратив внимание на эффект электролюминесценции.

Почти два десятка лет спустя, в 1923 году, советский ученый Олег Лосев провел похожий эксперимент в Нижегородской радиолaborатории. Лосев исследовал эффект электролюминесценции карбида кремния SiC, что привело к формулированию инженерной рекомбинации - основному принципу электролюминесценции полупроводниковых материалов. В 1927 году Лосев запатентовал свое исследование, после чего до конца жизни проводил эксперименты в этой области. И хоть его работы были опубликованы в различных научных журналах СССР и Европы, таких как Германия и Великобритания, но практического применения они, к несчастью, не нашли.[11]

В 1961 году исследователи из компании Texas Instruments Роберт Байард и Гари Питтман провели эксперимент со сплавом арсенида галлия. Проведя через него электрический ток, они получили инфракрасное излучение, получив впоследствии за свое исследование на инфракрасный полупроводниковый светодиод.

Но, несмотря на все достоверные факты, основоположником LED-технологий считается Ник Холоньяк, ученый из университета Иллинойса. В 1962 году, год спустя после исследований Байрда и Питтмана, Холоньяк разработал светодиод видимого спектра для компании General Electric, после чего и стал считаться первооткрывателем светодиодов.[7]

Вплоть до 1968 года технология создания светодиодов была крайне высока, что увеличивало цену на них до 200\$ за штуку, что ограничивало их в использовании. Но впоследствии компания Monsanto впервые в мире организовало массовое производство светодиодов видимого света на основе арсенида-фосфита галлия, что уменьшило цену на них в разы. А после компанией Hewlett Packard выпустила цифровые дисплеи и калькуляторы на основе светодиодов Monsanto.

Дальнейшее развитие светодиодов проходило с целью увеличения яркости и диапазона излучения. Так, в 1972 году, были изготовлены светодиоды желтого излучения, а также в несколько раз увеличилась яркость красных светодиодов, а в 1976 году был получен первый сверхъяркий инфракрасный светодиод.

В 1990 году ученые из Японии Исама Акасаки и Хироси Амано из университета Нагоя, а также Сюдзи Накамура, из Nichia Chemical Industries, решили создать первый дешевый синий светодиод. В 2014 за данное открытие им была присуждена Нобелевская премия по физике. Впоследствии сочетание синего, красного и зеленого светодиода позволило получить белый цвет с высокой энергетической эффективностью. Это дало начало многим устройствам на основе RGB-светодиодов, таким как телевизоры, телефоны, часы и т.д.[8]

С этого момента Led-технологии стали быстро развиваться. В 2008 году сотрудниками из Bilkent university в Турции был продемонстрирован светодиод, излучающий теплый белый свет. Он испускал свет в 300 люмен на один ватт электроэнергии, и был сделан на основе нанотехнологий. В начале 2009-го года

в Кембриджском университете смогли вырастить кристалл галлия на кремниевой подложке. Это позволило снизить затраты на сверхъяркие светодиоды примерно на 90%, по сравнению с кристаллами на подложке из сапфира.[12]

Принцип действия светодиода основан на рекомбинации электронов и электронных «дырок» в области р-п-перехода. Подавая подходящее напряжение на выводах, электроны рекомбинируют с «дырками» внутри устройства, выделяя при этом фотоны. Этот эффект называют электролюминесценцией, а цвет испускаемого света зависит от ширины запрещенной зоны полупроводника.[4]

В качестве основы для полупроводника используют особые материалы, которые были подвержены легированию, т.е. добавление специальной примеси, которая обеспечивает n-проводимость с помощью ввода электронов в полупроводник, а р-проводимость вводом электронных дырок. Таким образом, материал становится более проводящим. К таким материалам относятся АЗВ5 (например, InP – фосфид индия, GaAs – арсенид галлия), А2В4 (например, CdTe–теллурид кадмия), и в зависимости от состава можно получить светодиоды разного светового излучения. Например, для получения красного или желтого используется арсенид фосфид галлия (GaAsP), а для получения зеленого с помощью фосфид галлия (GaP).[6]

Существуют различные виды светодиодной технологии. Они делятся на те, что используются для индикации, подсветки и т.д., а также на те, что способны использоваться в качестве осветительных приборов.[14] Светодиоды выполнены по следующим технологиям:

– DIP-светодиоды представляют из себя излучающий свет кристалл в выводном корпусе, часто с выпуклой линзой. Они бывают цилиндрические, круглые диаметром 3, 5, 8 мм и прямоугольные. На рисунке 1 представлен пример того, как выглядит DIP-светодиод.[15]

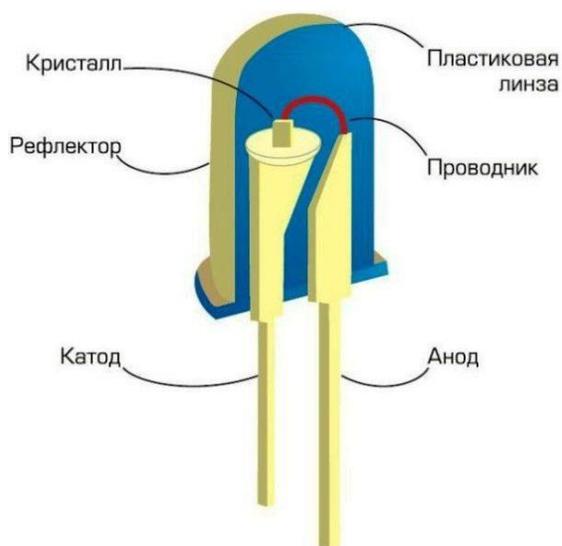


Рисунок 1 – Структурная схема DIP-светодиода

Данный тип светодиода один из первых, используемых в мире. Поначалу они были только одноцветные, но с развитием технологий начали изготавливать и многоцветные, например RGB. Главный недостаток DIP-светодиода – небольшой угол рассеивания, около 60° .

– Super Flux Piranha является сверхярким светодиодом, с линзой 3 и 5 мм, или без нее. Корпус представлен в виде прямоугольника с четырьмя выводами. Такая конструкция позволяет плотнее закрепить светодиод на плате. На рисунке 2 представлен пример светодиода типа Super Flux Piranha.



Рисунок 2 – Светодиод Super Flux Piranha

Данные светодиоды представлены в виде синего, красного, зеленого и тремя вариациями белого свечения. Угол рассеивания находится в промежутке между 40° и 120° . Применяют данные светодиоды для подсветки автомобильных приборов, вывесок и т.д.[6]

– Также как и Super Flux Piranha, светодиоды типа Straw Hat обладают высокими характеристиками в углах рассеивания. Внешне данный вид светодиода напоминает DIP-светодиоды, но с некоторыми отличиями: Straw Hat меньше по высоте, и обладает увеличенным радиусом линзы. Благодаря тому, что излучающий кристалл находится ближе к передней стенке линзы, угол рассеивания данного светодиода доходит до $100-140^\circ$. На рисунке 3 представлен пример внешнего вида светодиода Straw Hat.[10]



Рисунок 3 – Светодиод Straw Hat

Straw Hat представлен в виде синего, красного, зеленого и белого свечения. Благодаря своей особенности создавать ненаправленный свет, светодиод может применяться в декоративных целях, а также в качестве замены ламп аварийной тревоги. [14]

– SMD светодиоды устанавливаются на плату путем поверхностного монтажа. Данный вид технологии используется в большей части устройств, что имеют LED-дисплеи. На рисунке 4 представлен светодиодный экран на основе SMD-технологии.[5]



Рисунок 4 – SMD LED-дисплей

Для создания LED экрана на основе технологии SMD требуется, чтобы каждый светодиод, или пиксель, смог излучать красный, зеленый и синий цвета. Поэтому в структуре данного вида находится три светодиода, отчего технологию называют SMD 3in1. На рисунке представлена структурная схема SMD-светодиода.

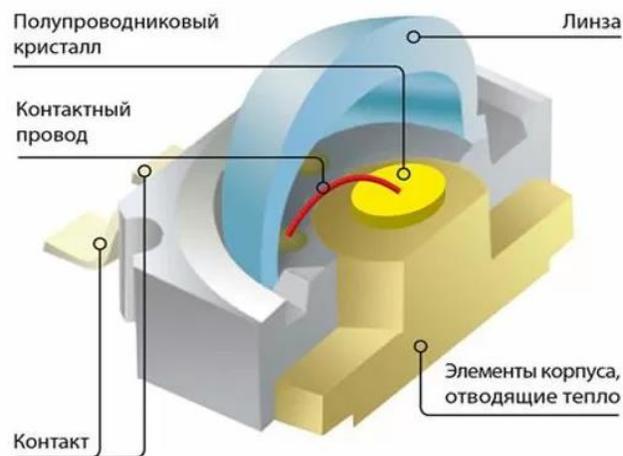


Рисунок 5 – Устройство SMD-светодиода

Процесс создания начинается с выращивания кристалла. Они выращиваются на специальной подложке, что позволяет отводить тепло. Кристаллы выращиваются по особой технологии послойного наращивания кристаллической структуры и создание отводов от каждого p-n перехода. На поверхность готового чипа наносят оптическое покрытие, чаще всего

люминофор. После создания, готовые чипы формируют в модули, которые затем используются в создании различных дисплеев. На рисунке 6 представлена схема инкапсуляции SMD-светодиода

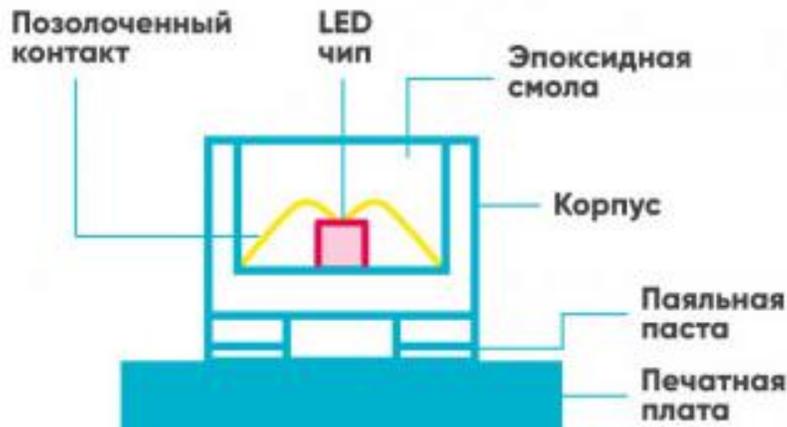


Рисунок 6 – Схема инкапсуляции SMD LED

Со временем различные компании стали развиваться дальше, делая расстояние между светодиодами меньше 1 мм. Однако, это повлекло за собой сложности. Вместе с уменьшением светодиода пришла сложность пайки чипа. И из-за этой сложности, светодиоды стали плохо держаться на своих посадочных местах. Поэтому для решения этой проблемы придумали способ сбора каждого SMD светодиода в группу по 4.[5]

Именно так и пришли к идее IMD 4in1. IMD, или Integrated Mounted Device – это технология поверхностного монтажа, когда 4 светодиода из SMD 3in1 собирают в одну группу, увеличивая площадку и припаявая готовый чип на посадочное место. При этом, шаг пикселя, как и сам светодиод, стал меньше, но простота осталась.

Технология COB-светодиодов состоит в припайивании их непосредственно к подложке. Это обеспечивает высокую плотность размещения кристаллов на единицу площади. После этого производители заливают готовые подложки с диодами специальным люминофором, а для отвода тепла готовая плата

устанавливается на радиатор. На рисунке 7 представлено строение COB-светодиода.

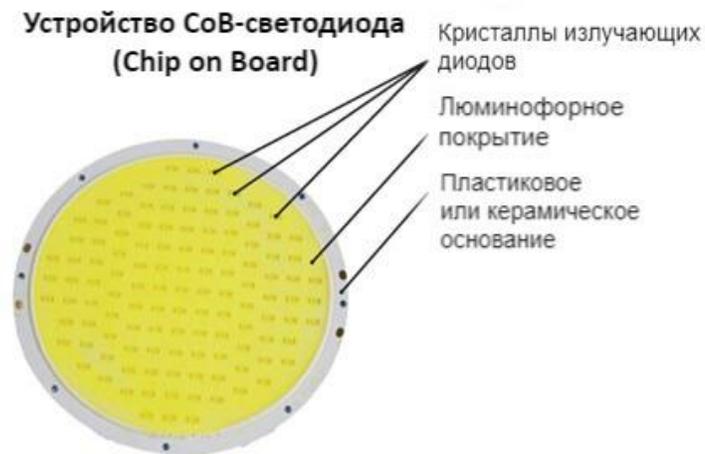


Рисунок 7 – Устройство COB LED

Каждый этап развития технологий направлен на устранение недостатков предыдущих. Как пример, COB-технология разрабатывалась для того, чтобы повысить устойчивость светодиодов от повреждений, упростить способы размещения светодиодов на плате, уменьшить тепловыделение и энергопотребление, и самое главное: уменьшение размеров светодиодов без проблем в создании матриц.

По сравнению с технологиями DIP и SMD, экраны на COB имеют некоторые преимущества:

а) Меньшая толщина. Из-за возможности применения плат меньшей толщины производители могут уменьшить толщину общего корпуса, что также позволяет уменьшить вес экрана.

б) Возможность изгиба. Экраны на COB светодиодах позволяют изгибать экран, не повреждая светодиодные чипы, в то время как SMD имеют ограниченный угол изгиба.

с) Меньшее энергопотребление при тех же значениях яркости, повышенная контрастность и минимальное время отклика.

d) Повышенная защита светодиодов за счет заливки корпуса люминофором. Однако такая защита исключает возможность ремонта.[5]

1.2 Обзор существующих решений

На рынке представлено огромное количество различных LED-дисплеев. И каждый используется для разных целей: от создания небольшого индикационного экрана, до различных рекламных и развлекательных устройств. Поэтому необходимо определить, какой LED-дисплей будет использоваться для создания требуемого устройства. В таблице 1 представлены различные модели LED, и их характеристики

Таблица 1 – Сравнительная таблица LED-дисплеев

Наименование модуля	SSD1309	P13.33 RGB 3 in 1 320/160 JH	SMD RGB P2.5	LED P5RGB SX 64X32 SMD	P4 SMD LED Outdoor Fullcolor Module
Размер блока модуля, мм	72x43	320x160	160x80	320x160	256x128
Разрешение дисплея, пикселей	128x64	24x12	64x32	64x32	64x32
Рабочее напряжение, В	2,4-3,5	5	5	5	5
Рабочая температура, °С	От - 40 до +80	От -20 до +50	От -10 до +40	От -20 до +60	От -20 до +60
Температура хранения, °С	От -65 до +150	От -30 до +60	От -15 до +50	От -30 до +70	От -30 до +70
Время работы, ч	50000	100000	100000	100000	100000
Угол обзора	Вертикальный: 160° Горизонтальный: 160°	Вертикальный: 120° Горизонтальный: 120°	Вертикали : 90° По горизонтали 150°	Вертикальный 120° Горизонтальный 120°	Вертикальный 160° Горизонтальный 160°
Рабочая влажность	10 – 90%	10- 90%	10-75%	10 – 90%	10 – 90%
Расстояние обзора, м	1	8	8	5	4 - 20
Цена, руб.	2000	2000	2200	3000	2500

Выбираемый LED-дисплей должен выполнять требования, что будут перечислены далее.

Для работы разрабатываемого устройства необходимо выбрать микроконтроллер, который будет обрабатывать информацию. Рынок микроконтроллеров насчитывает десятки различных моделей, и каждый используется для различных целей. И для наших целей необходимо выбрать микроконтроллер достаточной мощности, чтобы работать с LED-дисплеями. В таблице 2 представлено сравнение различных микроконтроллеров по их характеристикам.

Таблица 2 – Сравнительная таблица микроконтроллеров

Наименование	Atmega162	ATmega32A	ATmega640	ATmega2560	ATmega128
FLASH память, Кбайт	16	32	64	256	128
Память данных EEPROM, байт	512	1К	4К	4К	4К
Память данных SRAM, байт	1К	2К	8К	8К	4К
Кол-во внешних прерываний	3	3	32	32	8
АЦП	-	8	16	16	8
Напряжение питания	2.7...5.5	2.7...5.5	2.7...5.5	4.5...5.5	4.5...5.5
Макс. Частота, МГц	16	16	16	16	16
Кол-во ножек	44	44	100	100	64

Для разработки устройства необходимо использовать микроконтроллер высокой мощности, чтобы быстро обрабатывать поступающую информацию. Выбор падает на ATmega32A, так как он обладает высокой частотой процессора, достаточным количеством ножек, для разработки и последующей модернизации устройства, а также хорошим среди сравниваемых микроконтроллеров количеством Flash- и SRAM-памяти.

1.3 Формирование требований к проектируемому устройству

Данное устройство направлено на информирование людей, что видят изображение на экране о том, какая компания находится перед ними.

Выключение и включение устройства производится с помощью специального переключателя.

В устройстве выделяются следующие функциональные подсистемы:

- подсистема питания;
- подсистема отображения изображения.

Устройство должно выполнять следующие функции:

- отображать информацию на достаточном для отображения расстоянии;
- отображать изображение четко и понятно для конечного наблюдателя;
- работать без перебоя в течении нескольких часов;

Требования к безопасности:

- возможность разобрать устройство при выключенном питании;
- держать в защищенном от воды месте при включенном состоянии.

Требование к хранению устройства:

- устройство следует хранить в чистом, сухом помещении с температурой от 0 °С до 40 °С;

- в месте хранения устройства не допускается нахождение химических реагентов;

- после хранения устройства в холодном помещении или транспортировки в зимних условиях перед включением ее необходимо выдержать в комнатной температуре в течение часа;

- повреждения, вызванные неисправностью элементов питания, устраняются за счет потребителя.

Требование к эксплуатации:

Во время работы устройство должно находиться в температуре от 20°С до 37°С при относительной влажности 70%

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Выбор инструментальной базы для разработки

Для разработки прибора логотипа фирмы на основе микроконтроллера с применением LED-технологий необходимо использование специальных программ. Рассмотрим некоторые и выберем подходящую для наших целей.

Proteus VSM – это система автоматизированного проектирования, позволяющая смоделировать работу аналоговых и цифровых устройств. На рисунке 8 можно увидеть рабочий экран данного программного обеспечения.[16]

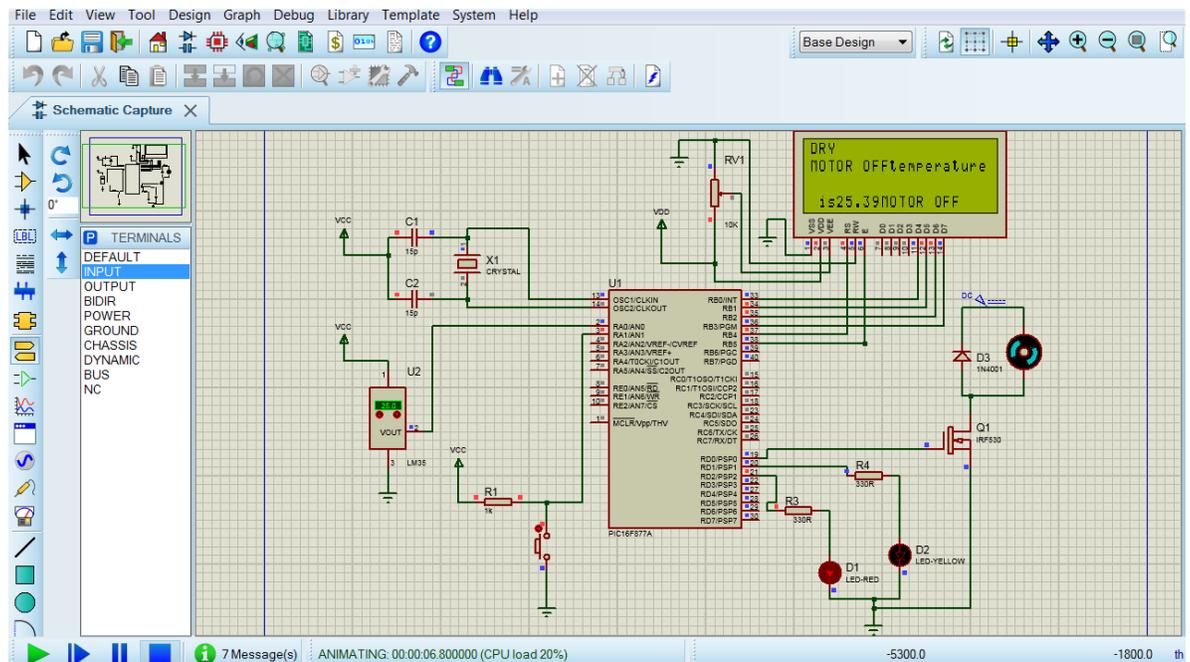


Рисунок 8 – Рабочий экран Proteus VSM

Программа имеет два модуля: редактор электронных схем с последующей имитацией их работы и редактор печатных плат, оснащенный встроенным редактором библиотек и автоматической системой размещения компонентов на плате. Кроме того, программа позволяет создать трехмерную модель печатной платы.

Proteus VSM является коммерческим продуктом, с ценой примерно 7000\$. Есть бесплатная демонстрационная версия, обладающая всеми функциями и

возможностями платного пакета, но не позволяющая сохранить или распечатать результат работы.[17]

EasyEDA — веб-среда для автоматизированного проектирования электронных устройств в основе которой лежит облачный сервис. Таким образом, скорость работы программы не зависит от характеристик компьютера, а только от скорости интернет-соединения. Существует и клиент для персональных компьютеров, который обладает теми же функциями, как и веб-приложение. На рисунке 9 можно увидеть рабочую область веб-приложения.

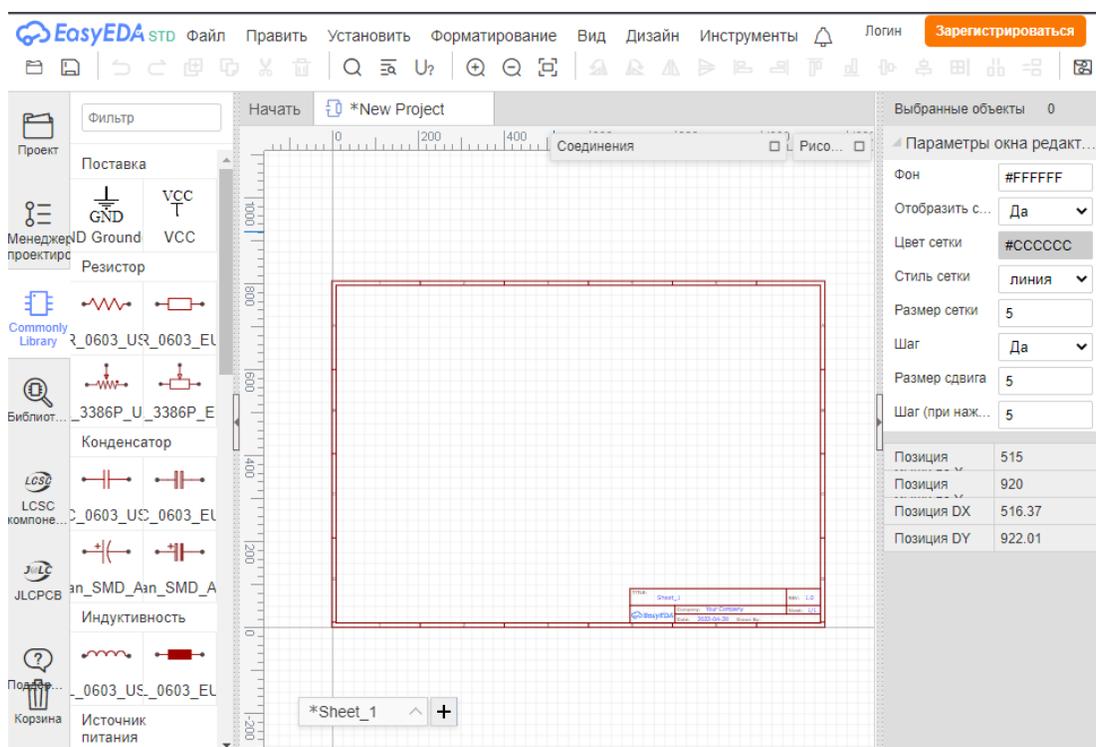


Рисунок 9 – Рабочая область EasyEDA

EasyEDA предоставляет широкий спектр возможностей, например: редактор схем электрических принципиальных, редактор печатных плат, автотрассировка печатных плат, просмотр печатной платы в 3D, а также обладает обширной внутренней базой электронных компонентов и многое другое.

Для проектирования схемы устройства будет использоваться EasyEDA, ввиду обширного функционала и удобства в работе.

Для программирования прибора логотипа фирмы на основе микроконтроллера с применением LED-технологий необходимо использования специальной программы. Рассмотрим некоторые и выберем подходящую для наших целей.[18]

Arduino IDE — это интегрированная среда разработки, разработанная на Си и C++, предназначенная для создания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей. На рисунке 10 представлена рабочая область Arduino.

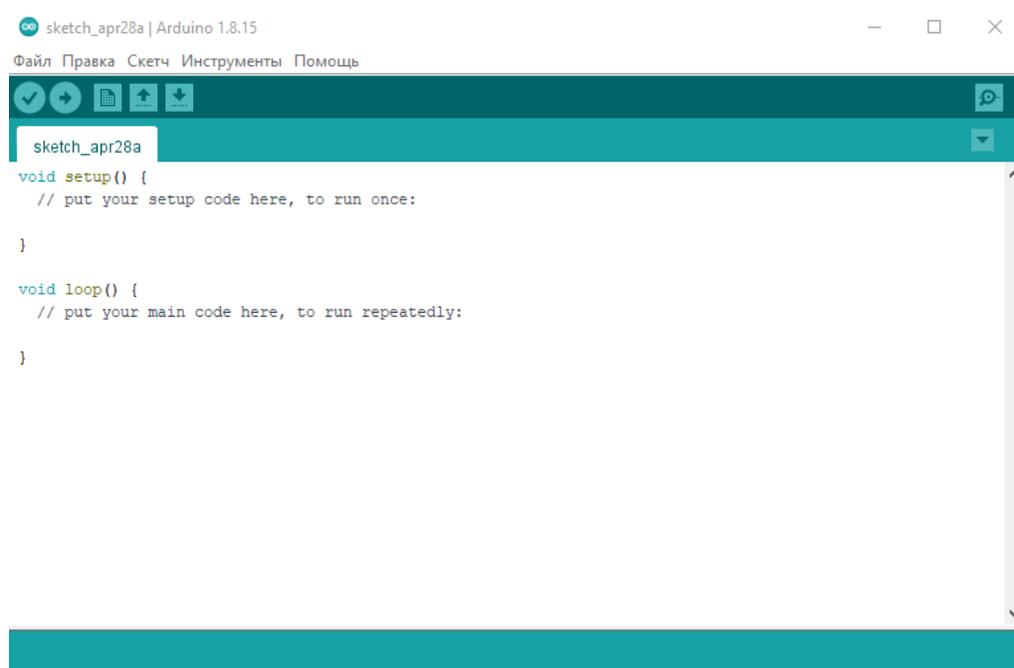


Рисунок 10 – Рабочая область Arduino IDE

IDE расшифровывается как интегрированная среда разработки, и предназначена для упрощения написания программ. Происходит это из-за того, что данные среды имеют понятный для кодера интерфейс, внутренний редактор и компилятор.

Низкий порог вхождения в конструирование собственных электронных устройств достигается за счет простоты написания программной части.

Начинающие разработчики и опытные инженеры-электронщики ценят легкость, с которой создается работающий прототип или готовое устройство.

Arduino является свободно-распространяемой программой, которую можно скачать на официальном сайте.

PROGRAMINO - это недорогая интегрированная среда разработки для Arduino, Genuino или аналогичных плат с автозаполнением кода, пользовательской подсветкой синтаксиса, аналоговым плоттером, средством просмотра оборудования, извлечением HEX-файлов и редактором HTML5. На рисунке 11 представлена рабочая область PROGRAMINO.

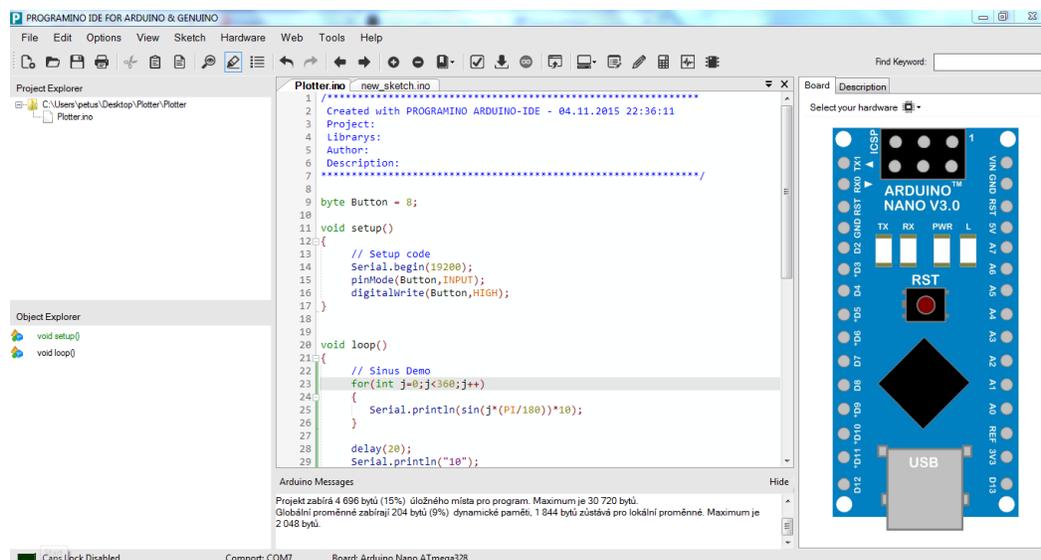


Рисунок 11 – Рабочая область PROGRAMINO

Среда IDE для Arduino проста и удобна в использовании и полностью совместима с оригинальной средой Arduino. В ней используются оригинальные инструменты сборки от Arduino для компиляции и загрузки кода с помощью функции командной строки `arduino`. [19]

Для программирования устройства будет использоваться Arduino IDE, ввиду его доступности, удобства и обширности функционала.

2.2 Структурная схема разрабатываемого устройства

Схема – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Виды схем определяются в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, и от основного назначения.[1]

Для разработки устройства необходимо составить несколько видов схем по назначению: структурную и принципиальную.

Структурная схема – это документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. На рисунке 12 представлена структурная схема разрабатываемого устройства

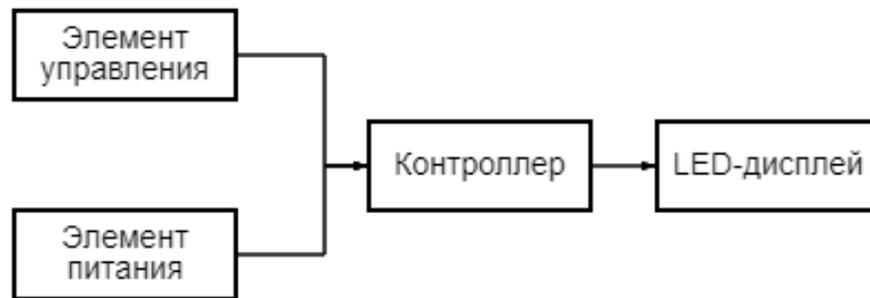


Рисунок 12 – Структурная схема разрабатываемого устройства

Структурная схема разрабатывается на начальных этапах проектирования, и отображает принцип действия изделия в общем виде.[32]

Принципиальная схема — графическое изображение с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений связей между элементами электрического устройства. Данная схема определяет полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дает полное (детальное) представление о принципах работы изделия.

Принципиальная схема помогает обеспечить понимание того, как работает конкретное устройство. Разработав данную схему, можно увидеть, как элементы схемы связаны между собой, и какие процессы происходят между

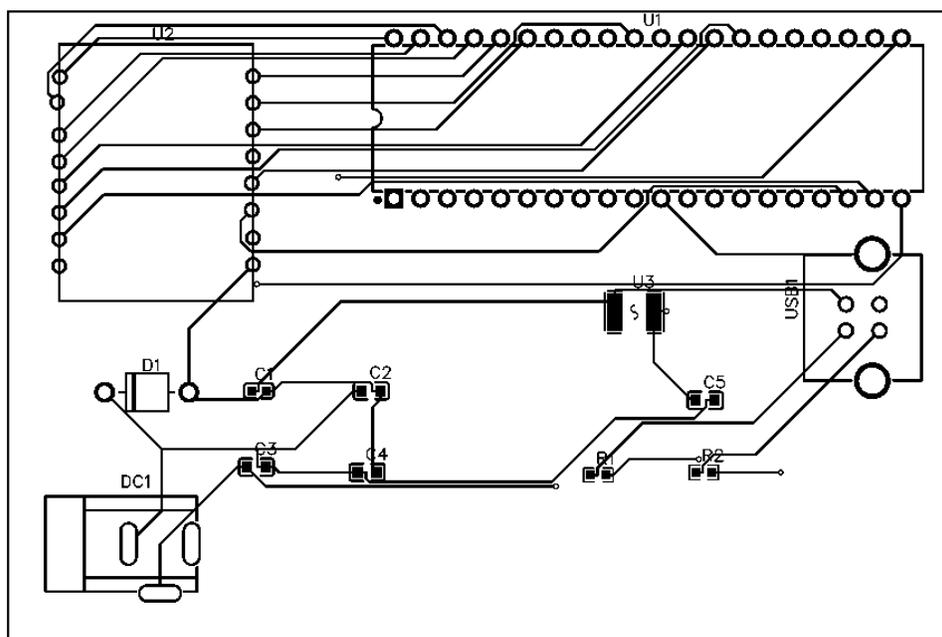


Рисунок 14 – Нижний слой разрабатываемой печатной платы

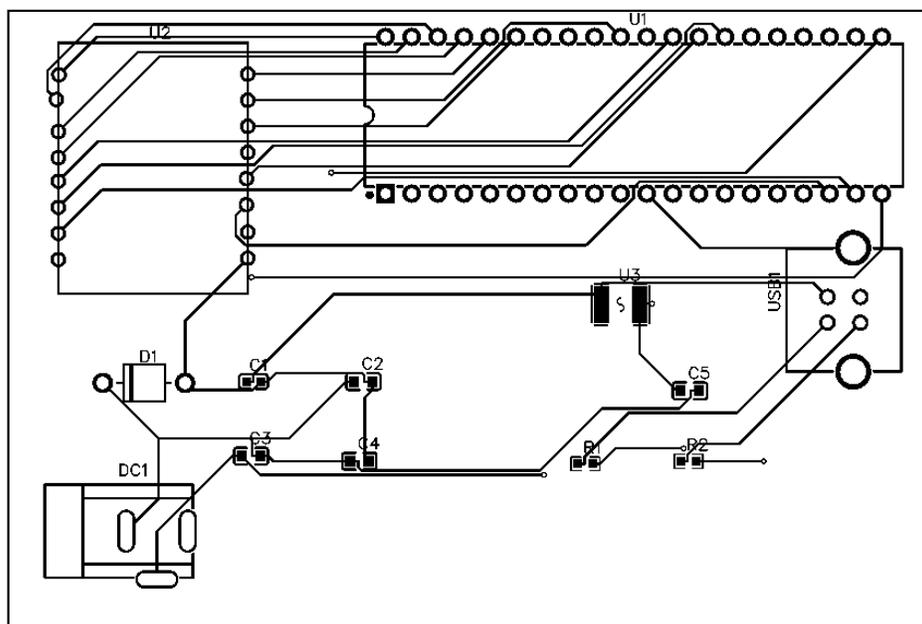


Рисунок 15 – Верхний слой разрабатываемой платы

Электропроводящий рисунок данных плат выполняется из фольги, расположенной на твердой изолирующей основе. С внешних сторон на плату обычно нанесены защитное покрытие и маркировка (вспомогательный рисунок и текст согласно конструкторской документации).[34]

В РФ существуют нормативы на конструкторскую документацию печатных плат в рамках Единой системы конструкторской документации:

– ГОСТ 2.123-93 «Единая система конструкторской документации. Комплектность конструкторской документации на печатные платы при автоматизированном проектировании».

– ГОСТ 2.417-91 «Единая система конструкторской документации. Платы печатные. Правила выполнения чертежей».

2.3. Разработка управляющей программы для устройства

Написание программы является важным этапом при создании устройства на основе микроконтроллеров, так как именно с помощью неё устройство начинает функционировать и работать. А для того, чтобы иметь начальное представление о программе, необходимо составить блок – схему.

Блок-схема – это последовательность блоков, каждый из которых направлен на выполнение определенных операций, и связей между этими блоками. На рисунке 16 представлена блок-схема разрабатываемого устройства.



Рисунок 16 – Блок-схема разрабатываемого устройства

3 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

3.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте инженера-электронщика.

В процессе развития технологий все больше росла потребность в обеспечении безопасности жизнедеятельности на различных предприятиях. Технический прогресс не только повысил производительность и качество труда, но и привел к появлению различных угроз как для отдельного человека, так и для человечества в целом.

Гибнет природа, истощаются запасы ресурсов, все больше появляются катастрофы различного характера. В современном окружении человека формируются такие факторы условий труда и жизни, которые превышают адаптационные возможности организма. Поэтому решение проблем безопасности труда и жизни являются важными в наше время.

Опасным производственным фактором является такой фактор производственного процесса, воздействие которого на работающего приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

Вредные производственные факторы — это неблагоприятные факторы трудового процесса или условий окружающей среды, которые могут оказать вредное воздействие на здоровье и работоспособность человека. Длительное воздействие на человека вредного производственного фактора приводит к заболеванию.[2]

Различные вредные производственные факторы могут стать опасными для жизни человека в зависимости от уровня и продолжительности их воздействия.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы:

- физические;
- химические;

- биологические;
- психофизиологические.

К физическим относятся такие факторы, как движущиеся механизмы и машины, повышенный уровень шума, электромагнитное и ионизирующее излучение, недостаточное освещение, повышенное статическое электричество, повышенное напряжение в цепи и т.д.[2]

К химическим факторам относятся вещества и соединения различного физического состояния, которые обладают токсическим и раздражающим, на организм человека и нарушают его репродуктивную функцию.[2]

Биологическими факторами являются патогенные микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы и т.д. и микроорганизмы в лице растений и животных.[2]

Психологическими факторами являются усталость, монотонность работы, физические перегрузки, умственное перенапряжение.[2]

Инженер-электронщик выполняет следующий спектр задач:

1. Обеспечение бесперебойной работы электронного оборудования.
2. Проведение соответствующих профилактических и ремонтных мероприятий с электрооборудованием.
3. Анализ показателей деятельности электрооборудования компании.
4. Текущее обслуживание электрооборудования.
5. Проведение тестирования новых образцов электрооборудования.
6. Работа с профильной технической документацией.
7. Участие в составлении профильных технических заданий.
8. Соблюдение действующих нормативов технической и пожарной безопасности, а также правил охраны труда и производственной дисциплины.
9. Доведение до главного инженера информации о возможных проблемах в своей зоне ответственности.
10. Выполнение распоряжений главного инженера по вопросам функционирования электрооборудования в пределах своей компетенции.

11. Уход за инструментами и аппаратурой, предоставленными работодателем.[24]

В качестве рабочего места инженера-электронщика принимается прямоугольное помещение площадью 25 м², высотой 3 м.

На рабочем месте находится один рабочий стол с размещенным системным блоком, один стол предназначенный для выполнения процессов пайки и стойка для измерительной аппаратуры.[23]

На рабочем месте используется сочетание естественного и искусственного освещения. В качестве естественного освещения используется боковое освещение через окна. Искусственное освещение обеспечивается четырьмя лампами, три из них с 2 люминесцентными лампами, одна лампа содержит 1 люминесцентную лампу.

Таблица 3 - Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте инженера-электронщика

Классификация опасных и вредных производственных факторов	Наименование ОВПФ
Физические	недостаточная освещенность рабочего места, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, повышенная или пониженная температура воздуха в помещении.
Химические	повышенное содержание в воздухе рабочей зоны паров расплавленного элементов, входящих в состав припоя, а также парами канифоли.
Биологические	-
Психофизиологические	перенапряжение органов слуха, зрения

Для каждого рабочего места необходимо определить обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты, а также эффективность этих средств.[25]

3.2 Разработка средств защиты от воздействия выбранного ВиОПФ

Каждый опасный и вредный фактор на производстве может быть устранен или снижен по влиянию на человека с помощью различных средств индивидуальной и комплексной защиты.

Физическими факторами являются различные действия или события, непосредственно влияющие на физическое состояние человека, или имеющие шанс стать таковыми. [26, 27] Основные принципы защиты от воздействий нежелательных физических факторов:

– защита временем (сведение к минимуму времени воздействия фактора). Данный принцип основан на том, что при работе с различными механизмами, электро- и шумопроизводящими установками необходимо производить периодические перерывы, чтобы организм подвергался меньшему вредному и опасному воздействию;

– защита расстоянием (максимальное удаление от источника воздействия). Данный принцип основан на том, что при крупной и тяжелой работе необходима техника, снижающая контакт человека с объектами крупной и тяжелой работы;

– защита экранами (использование перегородок, экранов, защитных щитов, помещение источников в отдельное помещение, здание). Данный принцип основан на том, что при близком контакте с вредными и опасными для организма объектами, необходимо пользоваться различными защитными объектами, такими как электроперегородки, специальная, не проводящая электричество одежда, шумоподавляющие каски и т.д.

На предприятии для защиты от физических факторов необходимо использовать лампы, не напрягающие органы зрения и позволяющие в полном объеме видеть все рабочие места, такие как комната, столы. Для защиты от повышенных температур на рабочем месте необходимо использовать окно дающее местное освещение и пассивное проветривание рабочего места от

теплого воздуха, так и от некоторых химических испарений. Для защиты от электрических воздействий используются изолированные инструменты, защитные ограждения, диэлектрические перчатки.

К химическим факторам относят вредные вещества, которые могут вызвать травмы, заболевания и отклонения в состоянии здоровья. Они оседают на коже или в легких человека разрушая организм. Воздействие этих веществ способно вызвать сильные отравления у человека, влияние которых зависит от продолжительности, концентрации и вида вещества.[31]

Снижение уровня воздействия вредных веществ и его полное устранение достигается путем проведения организационных (периодические медосмотры, сокращенный рабочий день), технологических (автоматизация и механизация производственных процессов, дистанционное управление), технических (установка систем вентиляции и кондиционирования воздуха), санитарно-гигиенических мероприятий (дыхательная гимнастика, обеспечение лечебно-профилактическим питанием) и применением средств индивидуальной защиты(маски, противогазы).[31]

На предприятии для защиты от химических факторов применяются, как и пассивное продувание от окна, так и активное, благодаря различной технике, такие как производственная вытяжка, вентиляционные комплексы и т.д.

Основными факторами развития стрессового состояния являются:

– длительный и ненормированный рабочий день с работой в сменном режиме, длительность сосредоточенного внимания, высокая степень сложности задания, выраженная ответственность, наличие риска для жизни;[28]

– высокая точность выполняемой работы, необходимость высокой координации элементов зрительной системы, время работы с оптическими приборами.[28]

– динамические и статические мышечные нагрузки, связанные с подъемом, перемещением и удержанием различного по массе груза,

значительные усилия, прикладываемые к органам управления и ручным инструментам, многократно повторяющиеся движения рук различной амплитуды.[28]

Данные факторы могут привести к:

- дефекты координации движений;
- повышенная эмоциональность, усталость;
- конфликтные ситуации, стрессы;
- отсутствие мотивации к трудовой деятельности (незаинтересованность в достижении целей, недовольство оплатой, монотонность труда).[30]

Для защиты от психологического воздействия используются различные успокоительные и поощрительные мероприятия:

- ознакомление работников с имеющимися видами помощи;
- привлечение работников к процессу принятия решений, создания у них чувства сопричастности и участия в управления процессами;
- организация рабочего времени, способствующее нормальному балансу между работой и личной жизнью;
- реализация программ по карьерному росту работников;
- признание и вознаграждение вклада работников.
- регламентированные перерывы, обеды, отпуска.[29]

На предприятии для защиты от психологических воздействий используется рациональное использование режимов труда и отдыха, регламентированные отпуска, лечебно-профилактические мероприятия.

3.3 Экологические требования к утилизации вычислительной и оргтехники, а также их расходных материалов.

В наше время даже небольшая компания имеет большое количество оргтехники. И это неудивительно, ведь это позволило упростить работу многим людям, что повысило производительность работы. Но каждая техника со временем

устаревают и выходят из строя. И поэтому каждое предприятие должно составить способы утилизации оргтехники, в соответствии с законами РФ.[20]

Утилизация оргтехники регламентирована несколькими правовыми актами:

1. Административный кодекс в ст. 8.2 запрещает выбрасывать технику наряду с обыкновенным мусором. Отдельный запрет на это действие для юрлиц прописан в постановлении Правительства РФ № 340.

2. Производить утилизацию электроники силами предприятия запрещает Федеральный закон № 89.

3. П.2 ст. 20 Федерального закона № 41 от 26 марта 1998 года обуславливает ненадлежащую утилизацию техники как нарушение Налогового кодекса РФ из-за содержания в ней ценных металлов, которые должны быть переработаны и направлены в фонд государства.

4. Специализированным предприятиям разрешено утилизировать технику при наличии соответствующей лицензии, согласно Постановлению Правительства РФ № 524 от 26 августа 2006 года.[21]

Для каждого предприятия есть списки той оргтехники, которую необходимо утилизировать. В данное число входят:

1. Коммуникационные приборы: телефоны, факсы.
2. Электронные приборы: компьютеры, ноутбуки, мониторы, планшеты и так далее.
3. Печатные машины: принтеры, копировальные машины.
4. Инструменты для презентаций: любые проекторы.
5. МФУ (многофункциональные устройства): техника, которая исполняет функции принтера, сканера, факса.
6. Вычислительная техника: счетные машины, кассовые аппараты.

Все составляющие этих устройств (например, платы, лом) тоже нуждаются в утилизации.

Этапы утилизации вычислительной и оргтехники представлены на рисунке 8. Они нужны для правильной переработки всей техники, согласно требованиям законодательства.[22]



Рисунок 17 – Этапы утилизации оргтехники

Нарушение процедуры списания чревато административной и даже уголовной ответственностью, ведь техника представляет собой материальную ценность. Для того чтобы акт списания был законным, необходимо оценить технический и моральный аспект приборов и их материальную ценность, что под силу только экспертам. [20, 22].

Алгоритм предоставления услуг об утилизации старой оргтехники для компаний-владельцев:

1. Выбрать компанию для утилизации техники, сертифицированную в Пробирной палате.
2. Составить предварительный список техники, подлежащей утилизации.
3. Согласовать с фирмой стоимость ее услуг в зависимости от количества единиц техники и предоставляемого сервиса.

4. Заключение договора на утилизацию списанных основных технических средств.

5. Провести демонтаж техники.

6. Вывоз демонтированной аппаратуры.

7. Подписание акта о выполнении работ и окончательный расчет.[22]

3.4. Выводы по разделу

Количество вредных и опасных факторов на месте работы инженера-электронщика куда меньше, чем на различных заводах. Но это не уменьшает важность поддержания высокого качества охраны труда.

На своих рабочих местах инженеры-электронщики подвергаются большему психологическому воздействию, ввиду усидчивой и монотонной работы. А долговременная работа за компьютером может привести к проблемам со спиной и глазами.

Различные химические отравления парами припоя и флюса, а также электрические и термические ожоги также играют не последнюю роль в опасности для трудовой деятельности на рабочем месте инженера-электронщика. Поэтому обеспечение рабочих мест средствами защиты является первостепенной задачей для повышения не только безопасности труда, но и ее производительности.

Также, для поддержания безопасности не только труда, но и окружающей экологии необходимо проводить правильную и законную утилизацию электрокомпонентов. А при работе инженера-электронщика это стоит на одном из первых мест, так как электронный мусор сильно влияет и загрязняет природу и почти не разлагается.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет себестоимости объекта

Расчет экономической эффективности позволяет судить о том, целесообразно ли внедрять разработанную систему.

Произведем расчет затрат на разработку проекта логотипа фирмы на основе микроконтроллера.

Чтобы рассчитать затраты на разработку системы используется следующая формула:

$$Z_{РПР} = Z_{ФОТР} + Z_{ОВФ} + Z_{ЭВМ} + Z_{СПП} + Z_{ХОН} + P_H, \quad (1)$$

где $Z_{ФОТР}$ – общий фонд оплаты труда,

$Z_{ОВФ}$ – начисления во внебюджетные фонды,

$Z_{ЭВМ}$ – затраты, связанные с эксплуатацией техники,

$Z_{СПП}$ – затраты на специальные программные продукты,

$Z_{ХОН}$ – затраты на хозяйственно-операционные нужды (бумага, литература, носители информации и т.п.),

P_H – накладные расходы ($P_H = 30\%$ от $Z_{ФОТР}$).

Общее время разработки составило два месяца. Из них машинное время (непосредственная работа с вычислительной и оргтехникой) составляет один месяц.

Чтобы рассчитать фонд оплаты труда за время работы над системой используется следующая формула:

$$Z_{ФОТР} = \sum_{j=1}^m O_{Pj} \cdot T_{РПРj} \cdot (1 + k_D)(1 + k_Y), \quad (2)$$

где O_{Pj} – оклад j -го разработчика. В разработке участвовал 1 человек, имеющий оклад $O_{Pj} = 13\,890$ руб.;

$T_{РПРj}$ – общее время работы над системой в месяцах, $T_{РПР} = 2$;

k_D – коэффициент дополнительной зарплаты, $k_D = 20\% = 0,2$;

k_y – районный коэффициент, $k_y = 0,15$.

Таким образом,

$$Z_{\text{ФОТР}} = 13890 \cdot 2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 38336,4 \text{руб.}$$

Страховой взнос во внебюджетные фонды складывается из взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Значения всех используемых ставок приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения ставок страховых взносов

№	Наименование внебюджетного фонда	Размер ставок, %
1	Пенсионный фонд	22
2	Фонд социального страхования	2,9
3	Федеральный фонд обязательного медицинского страхования	5,1
	Итого:	30

Чтобы рассчитать сумму начислений во внебюджетные фонды используют следующую формулу:

$$Z_{\text{ОВФ}} = 0,3 \cdot Z_{\text{ФОТР}}, \quad (3)$$

$$Z_{\text{ОВФ}} = 0,3 \cdot 38336,4 = 11500,92 \text{руб.}$$

Формула определения затрат, связанных с использованием вычислительной и оргтехники выглядит следующим образом:

$$Z_{\text{ЭВМ}} = T_{\text{МРПР}} \cdot k_{\Gamma} \cdot n \cdot C_{\text{М-ч}} \quad (4)$$

где k_{Γ} – коэффициент готовности ЭВМ, $k_{\Gamma} = 0,95$;

n – количество единиц техники, равно 1;

$C_{\text{М-ч}}$ – себестоимость машино–часа, $C_{\text{М-ч}} = 0,25$ руб.;

$T_{\text{МРПР}}$ – машинное время работы над системой, равно 1 мес.

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле:

$$T_{\text{час}} = T_{\text{мес}} \cdot Ч_{\text{РД}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{час}}$ – рабочее время, ч,

$T_{\text{мес}}$ – рабочее время, мес, ($T_{\text{мес}} = 1$),

$Ч_{рД}$ – число рабочих дней, ($Ч_{рД} = 22$),

$Т_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ($Т_{см} = 8$ ч),

$К_{см}$ – количество рабочих смен, ($К_{см} = 1$).

Таким образом, время на разработку системы с использованием ЭВМ составляет:

$$T_{\text{час}} = 1 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 1 = 176 \text{ ч,}$$

Тогда затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники составят:

$$З_{\text{ЭВМ}} = 176 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,25 = 41,8 \text{ руб.}$$

Затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки устройства рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{СПП}} = \sum_{p=1}^n Ц_p \quad (6)$$

где $Ц_p$ – цена p -го специального программного продукта.

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Программные продукты специального назначения

№	Название ПП	Цена, руб.
1	Среда разработки Arduino IDE	0
2	EasyEDA	0
Итого:		0

Использованные программные продукты бесплатны, поэтому:

$$З_{\text{СПП}} = 0 \text{ руб.}$$

Затраты на хозяйственно–организационные нужды приведены в таблице 6 и вычисляются по формуле:

$$З_{\text{ХОИ}} = \sum_{\tau=1}^n Ц_{\tau} \cdot K_{\tau}, \quad (7)$$

где $Ц_{\tau}$ – цена τ -го товара, руб.,

K_{τ} – количество τ -го товара.

Таблица 6 – Затраты на хозяйственно–организационные нужды

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
USB–флеш–накопитель	299	1	299
Бумага	3	100	300
Итого:			599

$$Z_{\text{ХОИ}} = 299 \cdot 1 + 3 \cdot 100 = 599 \text{ руб.}$$

К коэффициенту накладных расходов относятся: заработная плата руководителя диплома и консультантов, коммунальные расходы и затраты на использование Интернета. Зарплата руководителя и консультантов за 15 часов работы, с тарифной ставкой 224,3 руб. равна 3364,5 руб., к коммунальным расходам относится: электроснабжение. Затраты на коммунальные расходы и Интернет рассчитываются в зависимости от тарифной ставки, объёма используемых коммунальных услуг и трафика за период разработки устройства в организации.

За период разработки устройства объём и тарифная ставка используемых услуг, следующая:

– электроснабжение – за один кВт= 4,8 руб., расходуемый объём электроэнергии = 20 кВт, следовательно, затраты на электроснабжение равны: 96 руб.,

– Интернет – безлимитный, за один месяц= 690 руб., время работы над устройством 2 мес., следовательно, затраты на Интернет составят: 1380 руб.

Сумма накладных расходов, затраченных на разработку системы, рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{Н}} = Z_{\text{ФОТР}} \cdot k_{\text{НР}}, \quad (8)$$

$$P_{\text{Н}} = 96 + 1380 + 3364,5 = 4840,5 \text{ руб.}$$

Общая сумма затрат на разработку системы, рассчитанная по формуле 1, составляет:

$$Z_{\text{РПР}} = 38336,4 + 11500,92 + 41,8 + 0 + 599 + 4840,5 = 55318,62 \text{ руб.}$$

Результаты выполненных расчётов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты расчётов

Наименование затрат	Условное обозначение	Значение, руб.
Фонд оплаты труда	З _{ФОТР}	38336,4
Отчисления во внебюджетные фонды	З _{ОВФ}	11500,92
Затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники	З _{ЭВМ}	41,8
Затраты на специальные программные средства	З _{СПС}	0
Затраты на хозяйственно-организационные нужды	З _К	599
Накладные расходы	Р _Н	4840,5
Итого:		55318,62

Расчет затрат на внедрение системы

Чтобы рассчитать затраты на внедрение системы (ЗВПР) используется следующая формула:

$$Z_{ВПР} = Z_M + Z_{КТС} \cdot (1 + k_{ТУН}) + Z_{ПО} + Z_{ФОТВ} + Z_{ОВФ} + Z_{ЭВМ} + P_{КОМ} + P_N, \quad (9)$$

где Z_M – затраты на приобретение материалов, руб.,

$Z_{КТС}$ – затраты на приобретение комплекса технических средств, руб.,

$Z_{ПО}$ – затраты на приобретение программного обеспечения (включают стоимость существующих ПП, необходимых для функционирования системы), руб.,

$Z_{ФОТВ}$ – затраты на оплату труда работников, занятых внедрением проекта, руб.,

$Z_{ОВФ}$ – страховой взнос во внебюджетные фонды с заработной платы работников, занятых внедрением проекта, руб.,

$Z_{ЭВМ}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении проектного решения, руб.,

$P_{КОМ}$ – командировочные расходы, руб.,

P_N – накладные расходы, руб.,

ктун – коэффициент транспортирования, установки и наладки комплекса технических средств, определяется действующими нормативами организации, а также спецификой конкретного проекта.

Формула для определения величины затрат на материалы выглядит следующим образом:

$$C_{\text{приобМ}} = \sum_{\mu=1}^n C_{\text{М}\mu} \cdot \gamma_{\mu}, \quad (10)$$

где $C_{\text{приобМ}}$ – цена приобретения (стоимость) материалов, руб.;

$C_{\text{М}\mu}$ – цена единицы μ -го материала, руб./ед.;

γ_{μ} – норма расхода μ -го материала.

Затраты на приобретение материалов (ЗМ) приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Микроконтроллер	191,72	1	191,72
LED-дисплей	2500	1	2500
Разъем питания	42	1	42
Диод VY269TR	90	1	90
Изолента	50	1	50
Термопистолет	325	1	325
Кислота паяльная	50	1	50
Паяльник	440	1	440
Клеевые стержни	10	3	30
Припой с канифолью	79	1	79
Итого:			3797,72

Для расчёта состава комплекса технических средств используют данную формулу:

$$C_{\text{приобКТС}} = \sum_{o=1}^n C_{\text{КТСо}} \cdot K_o, \quad (11)$$

где $C_{\text{приобКТС}}$ – цена приобретения (стоимость) КТС, руб.;

$C_{\text{КТСо}}$ – цена единицы o -го оборудования в составе КТС, руб./ед.;

K_o – количество o -го оборудования в составе КТС.

Дополнительного приобретения комплекса технических средств не требуется, следовательно, $Z_{\text{КТС}} = 0$.

Для того чтобы произвести расчет стоимости приобретения необходимого программного обеспечения необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$C_{\text{приобПО}} = C_{\text{РПП}} + \sum_{\rho=1}^n C_{\text{ПО } \rho}, \quad (12)$$

где $C_{\text{приобПО}}$ – цена приобретения ПО, руб.;

$C_{\text{РПП}}$ – цена разработанного программного продукта, руб.;

$C_{\text{ПО } \rho}$ – цена прочего (ρ -го) программного обеспечения, руб.

Затраты на приобретение программного обеспечения в данном случае равны затратам на разработку, $Z_{\text{ПО}} = 55318,62$ руб..

Разработка данного устройства осуществляется в качестве индивидуального предпринимательства. Это освобождает разработку от уплаты НДС, и налогообложение происходит по упрощенной системе. Таким образом, затраты на приобретение рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_{\text{приоб}} = C_{\text{приоб}}, \quad (13)$$

где $Z_{\text{приоб}}$ – затраты на приобретение материалов или комплектующих изделий, или КТС, или ПО, руб.;

$C_{\text{приоб}}$ – цена приобретения материалов или комплектующих изделий, или КТС, или ПО, руб..

Для расчета затрат на оплату труда и взноса во внебюджетные формулы необходимо определить некоторые данные. Внедрением занят один системный инженер с окладом 13890 руб. Время внедрения – 0,5 месяца. Таким образом, сумма затрат равна:

$$Z_{\text{ФОТВ}} = 13890 \cdot 0,5 = 6945 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ОВФ}} = 6945 \cdot 0,3 = 2083,5 \text{ руб.}$$

Для того, чтобы рассчитать затраты связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении, необходимо использовать следующую формулу:

$$Z_{ЭВМ} = T_{МРПР} \cdot k_{Г} \cdot n \cdot C_{М-ч},$$

При внедрении устройства необходимости использовать ЭВМ нет, следовательно, $Z_{ЭВМ} = 0$ руб.

Командировочные расходы ($P_{КОМ}$) определяются по формуле:

$$P_{КОМ} = Z_{П} + Z_{НС} \cdot K_{КД} + Z_{НОГ} \cdot K_{ГД}, \quad (14)$$

где $Z_{П}$ – затраты на проезд до пункта назначения и обратно, руб.;

$Z_{НС}$ – нормируемые суточные затраты, руб./сут.;

$Z_{НОГ}$ – нормируемые затраты на оплату гостиничного номера, или затраты на проживание, руб./сут.;

$K_{КД}$ – количество командировочных дней, сут.;

$K_{ГД}$ – количество дней проживания в гостинице, сут.

Командировочные расходы при внедрении устройства не планируются, следовательно, $P_{КОМ}=0$.

Коэффициент накладных расходов так же составляет 0 руб.

Суммарные затраты составляют:

$$Z_{ВПР} = 3797,72 + 55318,62 + 6945 + 2083,5 = 68144,84 \text{ руб.}$$

Значения рассчитанных затрат на внедрение системы представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Затраты на внедрение

Наименование затрат	Условное обозначение	Значение, руб
Затраты на приобретение материалов	$Z_{М}$	3797,72
Затраты на приобретение комплекса технических средств	$Z_{КТС}$	0
Затраты на приобретение программного обеспечения	$Z_{ПО}$	55318,62
Затраты на оплату труда работников	$Z_{ФОТВ}$	6945
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	$Z_{ОФВ}$	2083,5
Затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ	$Z_{ЭВМ}$	0

Продолжение таблицы 9

Командировочные расходы	$P_{\text{ком}}$	0
Накладные расходы	$P_{\text{н}}$	0
Итого:		68144,84

Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера

Для того, чтобы рассчитать годовые затраты до внедрения разработанного устройства необходимо воспользоваться следующей формулой :

$$C_1 = ЗП_1 + ОТ_{\text{ВН1}} + З_{\text{ЭВМ1}} + M_{\text{з1}} + НР_1, \quad (15)$$

где $ЗП_1$ – затраты на оплату труда сотрудника на выполнение функций до внедрения проектного решения,

$ОТ_{\text{ВН1}}$ – страховой взнос во внебюджетные фонды,

$З_{\text{ЭВМ1}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ,

$M_{\text{з1}}$ – годовые материальные затраты,

$НР_1$ – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле:

$$T_{1\text{мес}} = \frac{T_{1\text{час}}}{\text{Ч}_{\text{рд}} \cdot \text{Ч}_{\text{рч}}}, \quad (16)$$

где $T_{1\text{мес}}$, $T_{1\text{час}}$ – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ($T_{1\text{час}} = 564$ часов),

$\text{Ч}_{\text{рд}}$ – число рабочих дней в месяц,

$\text{Ч}_{\text{рч}}$ – число рабочих часов в день.

$$T_{1\text{мес}} = \frac{564}{22 \cdot 8} = 3,2 \text{ мес},$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника составят:

$$ЗП_1 = O_c \cdot T_{1\text{мес}} \cdot (1 + k_{\text{д}}) \cdot (1 + k_{\text{у}}), \quad (17)$$

где O_c – оклад сотрудника (оклад составляет 13890 руб.),

$$ЗП_1 = 13890 \cdot 3,2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 61338,24 \text{ руб.}$$

Страховой взнос до внедрения вычисляют по формуле:

$$OT_{BH1} = 3П_1 \cdot 0,3, \quad (18)$$

$$OT_{BH1} = 61338,24 \cdot 0,3 = 18401,47 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ до внедрения по формуле:

$$З_{ЭВМ1} = T_{1\text{час}} \cdot C_{M-ч}, \quad (19)$$

$$З_{ЭВМ1} = 564 \cdot 10 = 5640 \text{ руб.}$$

Накладные расходы по текущим затратам складываются из затрат на разработку программного кода, принципиальной схемы и макета печатной платы. Затраты на данные действия были незначительны, поэтому берется сумма 500 руб.

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_1 = 61338,24 + 18401,47 + 5640 + 3797,72 + 500 = 89677,43 \text{ руб.}$$

Расчет эксплуатационных текущих затрат по системе

Для того, чтобы рассчитать годовые затраты на эксплуатацию системы после внедрения, необходимо воспользоваться следующей формулой :

$$C_2 = 3П_2 + OT_{BH2} + З_{ЭВМ2} + M_{з2} + A + Н_{P2}, \quad (20)$$

где $3П_2$ – годовые затраты на оплату труда специалистов при выполнении ими своих функций в рамках автоматизируемого процесса после внедрения устройства, руб.;

OT_{BH2} – отчисления во внебюджетные фонды, руб.;

$З_{ЭВМ2}$ – эксплуатационные затраты на ЭВМ, руб.;

$M_{з2}$ – материальные затраты, руб.;

A – амортизационные отчисления, руб.;

$Н_{P2}$ – накладные расходы, руб.

Для определения затрат по заработной плате для специалистов после внедрения устройства используется данная формула:

$$ЗП_2 = \frac{O_c \cdot Ч_c \cdot 12}{\Phi_{р.в.}} \cdot t_{общ} \cdot 12 \cdot (1 + K_y) \cdot (1 + K_d), \quad (21)$$

где O_c – оклад специалиста, руб./мес.;

$Ч_c$ – численность специалистов, участвующих в процессе, чел.;

$\Phi_{р.в.}$ – годовой фонд рабочего времени, час;

$t_{общ}$ – трудоёмкость решения задач в условиях функционирования программного продукта в месяц, час;

K_y – региональный коэффициент;

K_d – коэффициент дополнительной заработной платы.

Как и с формулой до внедрения, рассчитываем временные затраты работы сотрудника:

$$T_{2мес} = \frac{T_{2час}}{Ч_{рд} \cdot Ч_{рч}}, \quad (22)$$

где $T_{2мес}$, $T_{2час}$ – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ($T_{2час} = 300$ часов),

$Ч_{рд}$ – число рабочих дней в месяц,

$Ч_{рч}$ – число рабочих часов в день.

$$T_{2мес} = \frac{270}{22 \cdot 8} = 1,53 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника:

$$ЗП_2 = O_c \cdot T_{2мес} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_y), \quad (23)$$

где O_c – оклад сотрудника (оклад составляет 13890 руб.)

$$ЗП_2 = 13890 \cdot 1,7 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 29327,35 \text{ руб.}$$

Страховой взнос после внедрения вычисляются по формуле:

$$ОТ_{ВН2} = ЗП_2 \cdot 0,3, \quad (24)$$

$$ОТ_{ВН2} = 32585,94 \cdot 0,3 = 8798,21 \text{ руб.}$$

Далее необходимо рассчитать затраты, связанные с эксплуатацией после внедрения:

$$Z_{ЭВМ2} = T_{2\text{час}} \cdot C_{M-ч}, \quad (25)$$

$$Z_{ЭВМ2} = 270 \cdot 10 = 2700 \text{ руб.}$$

При готовом программном коде, принципиальной схеме и макете печатной платы, Интернет, компьютер и электричество будут использоваться только в рамках прошивки микроконтроллера и изготовления печатной платы, следовательно, затраты накладные расходы составят незначительную сумму, поэтому затраты каждый будут учитываться как 250 руб.

Величина материальных затрат берется из затрат на материалы на изготовление устройства.

Таким образом, годовые затраты после внедрения устройства составят:

$$C_2 = 29327,35 + 8798,21 + 2700 + 3797,72 + 250 = 44873,28 \text{ руб.}$$

4.2 Расчет экономической эффективности проекта

Ожидаемая условно-годовая экономия от внедрения системы рассчитывается по формуле:

$$Э_{УГ} = (C_1 - C_2), \quad (26)$$

где $Э_{УГ}$ – величина экономии, руб.;

C_1 и C_2 – показатели текущих цен по базовому и внедряемому вариантам, руб..

$$Э_{УГ} = (89677,43 - 44873,28) = 44804,15 \text{ руб.}$$

Расчёт показателей экономической эффективности производится в соответствии с принятой методикой расчета:

— Расчет показателей сравнительной экономической эффективности (ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения программного продукта, срока окупаемости и коэффициента экономической эффективности).

— Расчет динамических показателей эффективности капитальных вложений (чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, срока окупаемости, внутренней нормы доходности).

Для того, чтобы определить величину ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения устройства необходимо использовать данную формулу:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{yr} - K \cdot E_n, \quad (27)$$

где \mathcal{E}_r – ожидаемый годовой экономический эффект, руб.;

\mathcal{E}_{yr} – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.;

K – капитальные вложения, руб., капитальные вложения равны затратам на создание системы, $K = 68144,84$ руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_n = \frac{1}{T_n}, \quad (28)$$

где T_n – нормативный срок окупаемости капитальных вложений, лет.

Нормативный срок окупаемости капитальных вложений, принимается исходя из срока морального старения технических средств и проектных решений ($T_n=1, 2 \dots n$).

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_n = \frac{1}{2} = 0,5.$$

При этом величина ожидаемого годового экономического эффекта будет равна:

$$\mathcal{E}_r = 44804,15 - 68144,84 \cdot 0,5 = 10731,73 \text{ руб.}$$

Расчётный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений рассчитывается по формуле:

$$E_p = \frac{\mathcal{E}_{yr}}{K}, \quad (29)$$

где E_p – расчётный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

Δ_{yr} – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.; K – капитальные вложения на создание устройства, руб.

K – капитальные вложения на создание системы, руб.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_p = \frac{44804,15}{68144,84} = 0,66.$$

Расчётный срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (30)$$

где E_p – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$T_p = \frac{1}{0,66} = 1,51 \text{ год.}$$

Срок окупаемости без дисконтирования 1,51 год.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как сумма текущих эффектов за весь расчётный период, приведённая к начальному шагу, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Величина ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t} - K, \quad (31)$$

где P_t – ожидаемые результаты от внедрения предложенного устройства, руб.;

Z_t – ожидаемые затраты (капитальные и текущие) на создание и эксплуатацию устройства, руб.;

$\Delta_t = (P_t - z_t)$ – эффект, достигаемый на t-м шаге расчёта;

K – капитальные вложения;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots T$);

T – горизонт расчёта;

E – постоянная норма дисконта, 12%.

Шаг расчета – отрезок времени в расчетном периоде (год, квартал, месяц и т. д.).

Норма дисконта – коэффициент, учитывающий % инфляции, риск инвестора и желаемую доходность капитальных вложений.

Норма дисконта – показатель, используемый для приведения разновременных величин затрат, эффектов и результатов к начальному периоду расчёта (базовому году и т. п.). В расчётах эффективности инвестиционных проектов используется E, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$\Delta_t = (P_t - Z_t) = \Delta_{yt} = 44804,15$ руб. В том случае, если текущие затраты (Z_t) на весь срок использования разработки равны 0.

$t = 1, 2$ год, т.к. предполагается, что результат от внедрения предложенного устройства будет с текущего года его внедрения.

Норма дисконта равна норме дохода на капитал, $E = 12\%$.

Если ЧДД инвестиционного проекта положителен, то проект является эффективным (при данной норме дисконта).

Тогда суммарный чистый дисконтированный доход за весь горизонт расчета будет равен:

$$\text{ЧДД} = \frac{44804,15}{(1 + 0,12)} + \frac{44804,15}{(1 + 0,12)^2} - 68144,84 = 7576,46 \text{ руб.}$$

Положительное значение чистого дисконтированного дохода, $\text{ЧДД} > 0$, свидетельствует о том, что инвестирование целесообразно и данное устройство может приносить прибыль в установленном объёме.

Расчет индекса доходности (ИД и PI) позволяет определить, сможет ли текущий доход от проекта покрыть капитальные вложения в него.

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведённых эффектов к величине капитальных вложений и определяется по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (32)$$

где K — величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{75721,3}{68144,84} = 1,11.$$

Инвестиции считаются эффективными, если индекс доходности выше единицы, $\text{ИД} > 1$.

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта ($E_{\text{вн}}$), при которой величина приведённых эффектов равна приведённым капиталовложениям.

Иными словами, $E_{\text{вн}}$ (ВНД) является решением уравнения:

$$\sum_{t=0}^T \frac{(P_t - Z_t)}{(1 + E_{\text{вн}})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1 + E_{\text{вн}})^t}, \quad (33)$$

Если значение $E_{\text{вн}}$ больше или равно требуемой инвестором нормы дохода на вложенный капитал, то с его точки зрения вложения в проект эффективны.

Внутренняя норма доходности (ВНД) определяется по формулам:

при $E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$

$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 < 0$

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1), \quad (34)$$

при $E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$

$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 > 0$

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 + \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1). \quad (35)$$

$$E_1 = 0,11$$

$$\text{ЧДД} = \frac{44804,15}{1,11} + \frac{44804,15}{1,11^2} - 68144,84 = 8583,31 \text{ руб.}$$

$$E_2 = 0,13$$

$$\text{ЧДД} = \frac{44804,15}{1,13} + \frac{44804,15}{1,13^2} - 68144,84 = 6593,07 \text{ руб.}$$

$$E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$$

$$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 > 0$$

$$\text{ВНД} = 0,11 + \frac{8583,31}{8583,31 + 6593,07} \cdot (0,13 - 0,11) = 0,12.$$

Таким образом, норма дисконта должна быть в пределах 11%...12%.

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения устройства сведены в таблицу 10.

Таблица 10 - Показатели экономической эффективности разработки и внедрения устройства

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение ПП, руб.	68144,84
Ожидаемая экономия от внедрения ПП, руб.	44804,15
Чистый дисконтированный доход, руб.	7575,46
Индекс доходности	1,11
Внутренняя норма доходности	0,12
Дисконтированный срок окупаемости, год	1,8
Срок морального старения, года	2,5

Опираясь на оценку экономической эффективности, можно сделать вывод о том, что разработка и внедрение предлагаемой системы является экономически обоснованной и целесообразной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

LED-технологии с каждым годом захватывают все больший рынок использования. И это не удивительно. Создававшиеся для простой индикации, их развитие продолжается и по сей день. Улучшается не только качество отображения цвета, но и компактность. Все эти факты, с дополнением того, что их себестоимость также упала в сравнении с первыми моделями, что позволяет использовать светодиоды практически в любых сферах деятельности.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была поставлена цель: разработка проекта логотипа фирмы на основе микроконтроллера с применением LED-технологий.

Для этого был изучен теоретический материал, помогающий понять принцип работы светодиодов. Далее, на основе полученных данных, анализа и сравнительных результатов, были составлены требования к проектируемому устройству и разработана структурная схема устройства.

Для создания принципиальной схемы, печатной платы и кода программы были выбраны комплектующие и программное обеспечение, отвечающие поставленным требованиям, методом расчётов и сравнения их с существующими аналогами.

На основании этого была разработана принципиальная схема устройства в облачной системе автоматизированного проектирования EasyEDA.

Кроме того, установлено, что при изготовлении печатной платы необходимо соблюдать ряд определённых защитных мер, а неисправную вычислительную и оргтехнику необходимо правильно утилизировать.

С точки зрения экономической значимости разработка является целесообразной и эффективной.

Данный проект является рентабельным и выгодным, и имеет только положительные причины для его внедрения. Также предоставляемая система совершенствуется и модернизируется, предоставляя все новые возможности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.701-2008 «Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» (Дата обращения 24.04.2022)
2. ГОСТ 12.1.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (Дата обращения 06.05.2022)
3. Светодиод, или LED технология в вопросах и ответах [Электронный ресурс]. URL: <https://invask.ru/article/164> (Дата обращения 25.04.2022)
4. LED — технология, принцип работы. Плюсы и минусы LED. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichni-spravochnik-hitech-book/led-emitting-diode/> (Дата обращения 25.04.2022)
5. Технологии производства светодиодных LED экранов: Micro-LED vs. Mini-LED [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/496184/> (Дата обращения 25.04.2022)
6. Светодиоды – как работает, полярность, расчет резистора [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/printsip-raboty-i-vidy-svetodiodov/> (Дата обращения 26.04.2022)
7. Великое открытие физиков двадцатого века: полупроводниковый светодиод [Электронный ресурс]. URL: <https://svetodiodnyiekran.ru/poleznaya-informatsiya/istoria-vozniknovenija-svetodiodov.html> (Дата обращения 26.04.2022)
8. История светодиодов или с чего все начиналось? [Электронный ресурс]. URL: <http://svetal.pro/articles/istoriya-svetodiodov-ili-s-chego-vse-nachinalos/> (Дата обращения 26.04.2022)
9. Принцип работы светодиода: как устроены и работают светодиоды простыми словами, из чего состоит элемент и в чем особенности строения разных диодов [Электронный ресурс]. URL: <https://led-22.ru/svet/2226.php> (Дата обращения 27.04.2022)

10. Принцип работы светодиода [Электронный ресурс]. URL: <https://principraboty.ru/princip-raboty-svetodioda/> (Дата обращения 27.04.2022)
11. Изобретение светодиода и первые образцы [Электронный ресурс]. URL: https://led-displays.ru/led_1.html (Дата обращения 27.04.2022)
12. Дальнейшее развитие светодиодных технологий [Электронный ресурс]. URL: https://led-displays.ru/led_3.html (Дата обращения 27.04.2022)
13. Основные типы светодиодов и их виды [Электронный ресурс]. URL: <https://optlamps.ru/blog/osnovnye-tipy-svetodiodov-i-ikh-kharakteristiki/> (Дата обращения 29.04.2022)
14. Какие бывают виды светодиодов [Электронный ресурс]. URL: <https://ledno.ru/svetodiody/vidy-led.html> (Дата обращения 29.04.2022)
15. Виды светодиодов, маркировка и параметры [Электронный ресурс]. URL: <https://ledrus.org/blog/svetodiodnaya-lenta/vidy-svetodiodov-markirovka-i-parametry/#2.1> (Дата обращения 29.04.2022)
16. Proteus VSM [Электронный ресурс]. URL: <https://cxem.net/software/proteus.php> (Дата обращения 03.05.2022)
17. PCB Design and Circuit Simulator Software - Proteus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.labcenter.com/pricing/> (Дата обращения 03.05.2022)
18. Руководство по работе с EasyEDA для начинающих [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.dubkov.org/electronics/easyeda-starter-guide/> (Дата обращения 03.05.2022)
19. Programino альтернативы и похожие программы [Электронный ресурс]. URL: <https://progsoft.net/ru/software/programino> (Дата обращения 03.05.2022)
20. Процедура оформления утилизации оргтехники в компании [Электронный ресурс]. URL: <https://assistentus.ru/vedenie-biznesa/utilizaciya-orgtehniki/> (Дата обращения 05.05.2022)

21. Утилизация оргтехники и компьютеров: правовые нормы 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://xlom.ru/dokumenty/utilizaciya-orgtexniki-i-kompyuterov> (Дата обращения 05.05.2022)

22. Порядок утилизации старой оргтехники на предприятии [Электронный ресурс]. URL: <https://stop-othod.ru/recycling/utilizaciya-orgtehniki.html> (Дата обращения 05.05.2022)

23. Идентификация опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте инженера-электронщика [Электронный ресурс]. URL: https://studbooks.net/1510896/bzhd/identifikatsiya_opasnyh_vrednyh_proizvodstvennyh_faktorov_rabochem_meste_inzhenera_elektronschika (Дата обращения 06.05.2022)

24. Должностная инструкция инженера-электроника [Электронный ресурс]. URL: <https://assistentus.ru/forma/dolzhnostnaya-instrukciya-inzhenera-elektronika/> (Дата обращения 06.05.2022)

25. Оценка условий труда на рабочем месте инженера-электронщика [Электронный ресурс]. URL: https://knowledge.allbest.ru/life/2c0a65635a3bd68a4c43b89421316c37_0.html (Дата обращения 06.05.2022)

26. Обоснование выбора и разработка методов защиты от воздействующих овпф [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/13209556/page:8/> (Дата обращения 06.05.2022)

27. Здоровье и физические факторы окружающей среды. [Электронный ресурс]. URL: <https://ncgb.by/index.php/gazeta-ncgb-meterial/41-gazeta-statiy/2997-zdorove-i-fizicheskie-factory-okruzhayushchej-sredy> (Дата обращения 06.05.2022)

28. Психическое здоровье на рабочем месте. [Электронный ресурс]. URL: <http://stdorrcgie.by/dokumentyi/stati-obzoryi/psixicheskoe-zdorove-na-rabochem-meste> (Дата обращения 06.05.2022)

29. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности [Электронный ресурс]. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/243776/#i87140 (Дата обращения 06.05.2022)

30. Психофизиологические факторы опасности [Электронный ресурс]. URL: https://studbooks.net/70725/bzhd/psihofiziologicheskie_factory_opasnosti (Дата обращения 06.05.2022)

31. Химические вредные и опасные факторы и защита от них [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/3_117463_himicheskie-vrednie-i-opasnie-faktori-i-zashchita-ot-nih.html (Дата обращения 06.05.2022)

32. Что такое структурная схема [Электронный ресурс]. URL: <http://electricalschool.info/main/electroshemy/848-что-такое-структурная-схема.html> (Дата обращения 10.05.2022)

33. Принципиальные схемы. Правила выполнения [Электронный ресурс]. URL: <https://electric-blogger.ru/schemy/principialnye-sxemy-pravila-vypolneniya.html> (Дата обращения 10.05.2022)

34. Уроки для начинающих. Печатная плата. [Электронный ресурс]. URL: <https://masterkit.ru/blog/lessons/urok-2-1-pechatnaya-plata> (Дата обращения 10.05.2022)

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЛИСТИНГ ПРОГРАММЫ

```
// библиотека для работы с матрицей
#include <RGBmatrixPanel.h>

// управляющие пины матрицы
#define CLK PD5
#define OE PD6
#define LAT PD7
#define A PC7
#define B PC6
#define C PC5
#define D PD4

// объявляем объект для работы с матрицей 64x32
// включаем двойную буферизацию
RGBmatrixPanel matrix(A, B, C, D, CLK, LAT, OE, true, 64);

// выводимая строка на матрицу
const char textStr[] = "Иванов Иван Иванович";

// переменная с X-координатой текста
int textX = matrix.width();

// минимальное значение координаты текста
// количество символов в строке умноженное на ширину одного символа,
// после которой текст начнёт повторно выводиться
int textMin = sizeof(textStr) * -6;

void setup()
{
    // иницируем работу с матрицей
    matrix.begin();

    // отключаем перенос текста на следующую строку
    matrix.setTextWrap(false);
```

```
// устанавливаем размер текста
matrix.setTextSize(1);
}

void loop()
{
    // очищаем экран
    matrix.fillScreen(0);
    // устанавливаем цвет текста
    matrix.setTextColor(matrix.Color888(255, 0, 255));
    // указываем начальную координату вывода текста {textX; 12}
    matrix.setCursor(textX, 12);
    // выводим текст
    matrix.print(textStr);
    // сдвигаем текст на один пиксель при каждом выполнении цикла
    textX--;
    // если был отображён весь текст
    if (textX < textMin)
    {
        // начинаем выводить текст заново
        textX = matrix.width();
    }
}
```