

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 автоматизированной системы управления наружным
освещением объекта Лысьвенский городской парк имени А.С. Пушкина»
студента группы КСК9-18-1спо по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и
комплексы

Биккулова Алексея Сергеевича _____

Руководитель работы: _____ А.С. Иванова

Консультант по
экономической части: _____ К.В. Кондратьева

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

Рецензент: _____ (_____)

Допуск к защите: _____ М.Н. Апталаев

Лысьва, 2022 г.

Министерство науки и высшего образования и Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
ПЦК «Естественнонаучных дисциплин»

Утверждаю:
Председатель ПЦК
_____ М.Н.Апталаев
«__» _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

студенту БИККУЛОВУ Алексею Сергеевичу курса 4
группы КСК9-18-1спо
специальность 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Тема задания «Разработка проекта автоматизированной системы управления наружным освещением объекта «Лысьвенский городской парк имени А.С. Пушкина»»

Структура работы такова:

а) Введение. Аргументировать актуальность выбранной темы, ее теоретическое значение и практическую значимость для организации, сформулировать цель и конкретные задачи исследования. Конкретизировать объект и предмет исследования. Увязать решение темы ВКР с общими научно-техническими задачами цифровизации экономики страны.

б) Исследовательский раздел. Понятия «Автоматизированная система», «наружное освещение». Особенности управления системами наружного освещения. Обзор существующих на рынке автоматизированных систем наружного освещения. Формирование требований к проектируемой системе.

в) Конструкторский раздел. Обоснование и выбор инструментального обеспечения проекта. Разработка структурной и функциональной схем проектируемой системы. Разработка аппаратной части проектируемой системы. Разработка программной части проектируемой системы.

г) Охрана труда и промышленная экология. Анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте инженера-электроника. Разработка средств защиты от воздействия выбранного ВиОПФ. Экологические требования к утилизации вычислительной и оргтехники, а также их расходных материалов.

д) Организационно-экономический раздел. Выполнение технико-экономической оценки проекта.

е) Заключение. Краткое изложение решенных задач, актуальность работы, соответствие полученных результатов теме и заданию ВКР.

ж) Список использованных источников.

з) Приложения.

ВВЕДЕНИЕ

1. Исследовательский раздел

1.1. Сущность управления системами наружного освещения

- 1.2. Обзор современных автоматизированных систем наружного освещения
- 1.3. Формирование требований к проектируемой системе
2. Конструкторский раздел
 - 2.1. Выбор инструментального обеспечения проектирования
 - 2.2. Разработка структурной и функциональной схем проектируемой системы
 - 2.3. Разработка аппаратной части проектируемой системы
 - 2.4. Разработка программной части проектируемой системы
3. Организационно-экономический раздел
 - 3.1. Расчет себестоимости проекта
 - 3.2. Расчет экономической эффективности проекта
4. Охрана труда и промышленная экология
 - 4.1. Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств
 - 4.2. Расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника
 - 4.3. Утилизация компьютерной и оргтехники техники

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дата выдачи _____

Срок окончания _____

Руководитель ВКР

_____/А.С. Иванова/

«__» _____ 2022 г.

Задание утверждено на заседании ПЦК «Естественнонаучных дисциплин» протокол №__ от _____ 2022 г.

Председатель ПЦК _____ / М.Н. Апталаев /

«__» _____ 2022 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 4 главы, 66 стр., 23 рисунка, 17 таблиц, 34 источника, 3 приложения.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ, ГРУППОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Объектом данного исследования является автоматизированная система управления наружным освещением для Парка культуры и отдыха имени А.С. Пушкина.

Предметом выпускной квалификационной работы является автоматизированная система управления наружным освещением.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта автоматизации системы управления для Парка культуры и отдыха имени А. С. Пушкина наружным освещением

В результате работы был проведён анализ сущности систем автоматизации освещения, на основе чего был разработан проект, позволяющий автоматизировать систему управления наружным освещением.

Практическая значимость работы заключается в том, что проектируемую систему при желании можно модифицировать под другие требования, что позволит при минимальных вложениях времени и средств автоматизировать различные системы управления освещением.

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

ПЦК «Естественнонаучных дисциплин»

Утверждаю
Председатель ПЦК
_____ М.Н. Апталаев
«__» _____ 2022г.

График выполнения выпускной квалификационной работы
Студента группы КСК9-18-1сно
специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
Биккулов Алексей Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Содержание	Сроки	Отметка о выполнении	Дата							Подпись
			08.03-20.04	21.04-30.04	01.04-17.05	18.05-25.05	26.05-30.05	31.05-06.06	07.06-15.06	
Введение	11.03									
5. Теоретическая часть	– 19.05									
6. Охрана труда и БЖД	23.04									
	– 19.05									
7. Промышленная экология	23.04									
	– 19.05									
8. Инженерно-технической часть	20.05- 24.05									
9. Организационно-экономическая часть	25.05- 28.05									
Оформление дипломного проекта: Заключение	29.05									
Список используемой литературы	– 31.05									
Приложения										
Выполнение чертежей, оформление демонстрационных материалов к ВКР	29.05- 31.05									
Представление проекта на проверку и отзыв руководителя	01.06									
Нормоконтроль	– 03.06									
Подготовка доклада и демонстрационных материалов к предзащите	04.06									
	– 05.06									
Предоставление работы на проверку	06.06									

председателю ПЦК	– 07.06																		
Предзащита ВКР Иметь к преддипломной защите: - рецензия нормоконтроля; - отзыв руководителя; - подпись руководителя по экономической части - подпись руководителя по охране труда - подпись руководителя по промышленной экологии - презентация - доклад	06.06 – 07.06																		
Устранение замечаний по всей ВКР	8.06- 19.06																		
Рецензирование Сдача работ на кафедру	20.06																		
Диск с материалами ВКР	20.06																		
Защита ВКР	22.06 – 23.06																		

Руководитель ВКР _____ / _____ /

« ____ » _____ 2022 г.

Студент _____ / _____ /

« ____ » _____ 2022 г.

Согласовано:

Председатель ПЦК «Естественнонаучных дисциплин» _____ / М.Н. Апталаев /

« ____ » _____ 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ	5
1.1 Сущность систем управления уровнем освещения	5
1.2 Обзор современных автоматизированных систем наружного освещения.....	6
1.3 Формирование требований к проектируемой системе	11
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	16
2.1 Выбор инструментального обеспечения проектирования	16
2.2 Разработка структурной и функциональной схем проектируемой системы	20
2.3 Разработка аппаратной части проектируемой системы	23
2.4 Разработка программной части проектируемой системы	30
3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	32
3.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера	32
3.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера	35
3.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера	37
3.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий	40
4 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	46
4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств.....	46
4.2 Расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника.....	48
4.3 Утилизация компьютерной и оргтехники техники	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Техническое задание	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Принципиальная схема АСУНО	62
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Программная часть	63

ВВЕДЕНИЕ

Значительную долю в энергопотреблении населённых пунктов составляют затраты электроэнергии на освещение. К ним относятся освещение улиц, домов и различных объектов. Автоматизированные системы освещения дают возможность экономии электроэнергии. Для снижения энергозатрат необходимо ускоренными темпами внедрять энергосберегающие технологии в систему освещения [4].

Изучение работы различных управленческих систем на основе фоторезисторов (аналоговых датчиков освещенности) показало, что даже самый простой вариант автоматизации позволяет значительно снизить потребление электроэнергии. Развитие технологий помогает в экономии электроэнергии в большом количестве [1].

В Российской Федерации одной из главных задач является повышение качества уличного освещения. Высокие темпы развития уже имеющихся и установка новых систем освещения обусловлены задачами энергоэффективности, необходимостью повышения качества жизни людей и развития городской инфраструктуры.

Российским строителям поставлен целый комплекс задач: важно не только обеспечить максимально комфортное и безопасное передвижение по улицам города ночью, но и решить экономическую часть вопроса. Для этого необходимо разработать простую, удобную, но в то же время высокоэффективную систему управления наружным освещением.

Объектом данного исследования является автоматизированная система управления наружным освещением (АСУНО) для Парка культуры и отдыха имени А.С. Пушкина.

Предметом выпускной квалификационной работы является автоматизированная система управления наружным освещением.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта автоматизации системы управления для Парка культуры и отдыха имени А. С. Пушкина наружным освещением.

Задачами выпускной квалификационной работы, в соответствии с поставленной целью, являются:

- проанализировать сущность систем автоматизации освещения;
- обосновать выбор проектных решений по техническому обеспечению;
- разработать техническую и программную части проекта;
- рассчитать экономические показатели проекта;
- рассмотреть требования по охране труда.

Результатом данной выпускной квалификационной работы станет разработанный проект по снижению энергопотребления в Парке культуры и отдыха имени А. С. Пушкина, а также увеличение комфорта пребывания на объекте во время смены уровня освещения, связанного с природными условиями.

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Сущность систем управления уровнем освещения

Системы управления уровнем освещения представляют собой умную сеть, суть которой заключается в обеспечении уровня освещения различных объектов. Данная система повсеместно используется во многих отраслях промышленности, коммерции и в быту.

Большинство из этих систем в автоматическом режиме регулируют уровень освещения. Автоматизация является одним из трех основных механизмов оптимизации освещения, наряду с использованием энергосберегающих ламп и грамотным размещением светильников [10]. АСУНО используются для обеспечения потребностей в сфере энергоэффективности.

Если термин «управление освещением» относится к отдельным светильникам, которые включаются и выключаются вручную или некоторые из них оснащены встроенными датчиками света или движения, то термин «управление освещением» относится к светильникам, датчикам и другим вспомогательным устройствам, объединенным в одно целое. Единая интеллектуальная система, которая может работать независимо, когда это необходимо [10].

Системы управления обычно предусматривают возможность автоматической регулировки освещения в зависимости от внешних условий, например, автоматическое включение света во время движения или по расписанию [10].

АСУНО является полностью настраиваемой системой. В зависимости от возможностей системы, она может быть настроена под несколько условий, таких как уровень освещения, движение и прочих. Также, АСУНО способны управлять и самим уровнем освещения [4].

В связи с тем, что АСУНО полностью настраиваемая система, она имеет некоторые преимущества над обычными и автономными системами.

Персонализация позволяет настраивать каждый модуль или группу модулей по потребностям пользователя [10].

Конструкция представляет собой модуль, который состоит из двух категорий [1]:

– Контроллеры. Основной компонент управления. Представляют собой интегрированную систему, состоящую из внешних датчиков, в случае с выпускной квалификационной работой, таким датчиком выступает датчик освещённости.

– Исполнительные модули. Представляет собой физический исполнитель, выполняющий команды контроллера. Воздействует на электросеть и является автоматизированным выключателем.

1.2 Обзор современных автоматизированных систем наружного освещения

Системы КУЛОН – это система группового управления освещением предназначены для управления интенсивностью освещения (диммирование), учёта потребляемой электроэнергии и контроля напряжения на отходящих линиях, представлена на рисунке 1[5].

Система КУЛОН позволяет оптимизировать расходы на систему управления освещением благодаря применению минимального комплекта оборудования[5].



Рисунок 1 - Условная схема расположения и работы системы КУЛОН

Системы интеллектуального управления освещением отслеживают уровень естественного освещения, наличие людей на улицах и, в соответствии с этим, регулируют поток света. Это снижает затраты электроэнергии на освещение, делает уличное освещение комфортным, а город безопасным.

Контроллер КУЛОН-Ц1, представленный на рисунке 2, предназначен для управления и диагностики освещения. Функция контроллера заключается в удаленном управлении пускателями и дополнительными модулями линейки КУЛОН, а также в передаче информации в единую диспетчерскую службу[6].



Рисунок 2 – Контроллер КУЛОН Ц1

Преимущества контроллера КУЛОН-Ц1:

- алюминиевый корпус с нестираемой лазерной гравировкой;
- возможность дистанционного обновления встроенного программного обеспечения;
- встроенный источник резервного питания;
- сохранение работоспособности при напряжении до 305 В;
- беспроводной обмен данными через встроенный GSM/GPRS-модем;
- последовательный интерфейс RS-485;
- возможность управления парой независимых групп светильников [6].

Модуль управления Базовая станция РД, представленный на рисунке 3, предназначен для дистанционного управления и контроля работы светильников по радиоканалу, с технологией LiTouch, диапазона 868/915 МГц. Базовая станция РД является комплексом оборудования, в состав которого входит контроллер, модуль управления и антенна [7].

Функция станции заключается в индивидуальном управлении и контроле работы светильников, оснащенных модулями РД. Оборудование устанавливается на опору или вертикальную поверхность. Удаленное

управление и диагностика работы станции осуществляется по сети GSM/ 3G/4G или Ethernet с помощью программного обеспечения системы КУЛОН. Данные с дополнительных устройств собираются по интерфейсам RS-485 и отсылаются на сервер КУЛОН по сети GSM/3G/4G или Ethernet [7].



Рисунок 3 – Базовая станция РД

Базовая станция РД имеет встроенный модуль приемника GPS/ГЛОНАСС, обеспечивающий данные о координатах станции и информацию о точном времени для коррекции встроенных часов модуля [7].

Преимущества базовой станции РД:

- пылевлагозащищенный пластиковый корпус с защитой IP66;
- возможность дистанционного обновления встроенного программного обеспечения;
- встроенный источник резервного питания;
- сохранение работоспособности при напряжении до 305 В;
- встроенная функция GPS/ГЛОНАСС;
- беспроводной обмен данными через встроенный GSM/3G/4G-модем;
- поддержка двух SIM-карт;
- поддержка обмена данными через сеть Ethernet;
- обмен данными по радиointерфейсу с поддержкой технологии Litouch;
- поддержка сетки частот по стандарту IEEE 802.15.4, ISM диапазона 868/915 МГц;
- последовательный интерфейс rs-485 [7].

Преимущества контроллера управления UNILIGHT:

- 6 выходов для управления линиями освещения;
- 27 входов для контроля напряжения, состояния линий, датчика двери и задымления;
- два интерфейса RS-485 для взаимодействия с внешними устройствами;
- встроенный gsm-модем. поддержка 3G. две сим-карты;
- дистанционное обновление программного обеспечения [9].

Модуль индивидуального управления светильником, представленный на рисунке 5, является ещё одним компонентом системы.



Рисунок 5 - Модуль индивидуального управления светильником

Преимущества модуль индивидуального управления светильником:

- поддерживает до 16 независимо управляемых драйверов светильников;
- сочетает в себе функции и возможности отдельных беспроводных протоколов передачи данных;
- осуществляет возможность передавать информацию на два абсолютно независимых сервера;
- обеспечивает надежность при возможных перебоих в работе одного из видов соединений: резервирует передачу данных с помощью второго канала связи;
- имеет корпус всепогодного исполнения со встроенной защитой от перепадов давления при изменении температуры;
- дает возможность использования любой комбинации видов связи: lorawan + 2G/3G/NB-IOT;

- автоматически определяет геолокацию с помощью систем GPS и ГЛОНАСС;

- имеет встроенные датчики: влажности, температуры, освещенности;
- обеспечение защиту передачи данных за счет многоуровневого шифрования [11].

Имеется интерактивная карта, с возможностями:

- мониторинга на карте текущего состояния светильников, режима их работы, наличия ошибок или аварий позволяет упростить эксплуатацию сетей освещения, облегчить работу диспетчеров и обслуживающих бригад;

- управления светильниками можно осуществлять прямо с карты города, без необходимости переходить на страницы отдельных объектов;

- кластеризации [11].

1.3 Формирование требований к проектируемой системе

Формирование требований является важнейшим компонентом при разработке продукта. На этой стадии формируются все функциональные и нефункциональные требования к системе [14]:

- бизнес-требования – сутью данного уровня является ответ на вопрос – «почему организации необходима эта система?» и какие цели будут достигнуты при использовании этой системы [13];

- пользовательские требования – ставят перед исполнителем цели и задачи, необходимые пользователю. Требования описывают возможности работы системы, необходимые пользователю [3];

- системные требования – являются описанием требований к разрабатываемой системе. Описание представляет собой список частей и подсистем [2];

- ограничения – ограничивают выбор решений при проектировании и разработке продукта [12];

- пользователь системы - описываются основные пользователи системы;

– требования к интерфейсу – описывают то, как пользователь будет взаимодействовать с программным обеспечением и устройством [15];

– требования к надёжности – Описывают свойство системы выполнять заданные функции в критических ситуациях [16];

– требования безопасности – описывают основные требования безопасности для здоровья и жизни работающих, а также надёжность в эксплуатации [17].

Основной бизнес-целью плана проекта является снижение энергопотребления и улучшения качества уличного освещения Парка культуры и отдыха имени А.С. Пушкина. Для достижения данных целей система должна:

- определять уровень освещённости;
- в автоматическом режиме управлять уровнем освещения;
- посылать сигналы о неисправностях объекта освещения.

Пользователь должен иметь возможность контролировать систему:

- настраивать её;
- отключать или включать принудительно;
- получать информацию об ошибках/неисправностях.

Системные требования предусматривают доступность системы для организации в любой момент времени.

При отказе и сбое оборудования функционирование системы не предусматривается.

Система должна иметь возможность:

– осуществлять отправку сообщений пользователю о наличии ошибок и неисправностей;

- принимать данные от пользователя для настройки;
- определять уровень освещённости;
- определять движение;
- в автоматическом режиме устанавливать уровень освещения

Модуль реализуется в автоматическом режиме с использованием датчиков освещённости и движения. Управление модулями осуществляется при помощи беспроводной связи. Геолокация определяется с помощью систем GPS и ГЛОНАСС.

Система ограничивается модулем, устанавливаемым на объект освещения. Этот фактор является регулятором размеров и форм модуля. Модуль не должен привлекать много внимания, а его форма должна способствовать достижению меньших воздействий природных факторов, а то есть, быть обтекаемой.

Интерфейс системы требует взаимодействие пользователя с модулем при помощи программы, которая будет:

- отображать местоположение каждого модуля;
- удалённо настраивать модуль;
- уведомлять о неполадках.

Пользователями данной системы являются: обслуживающий персонал и администратор системы.

Надёжность системы:

- вывод из строя одного или нескольких модулей не должен приводить к выходу из строя всей системы;
- никакие действия пользователей не должны приводить систему в негодное состояние;

Согласно техническим требованиям к автоматизированному модулю управления освещением, оборудование должно быть сертифицировано, обеспечено гарантийными обязательствами, иметь инструкцию на русском языке, а также соответствовать действующим нормам и стандартам, предъявляемым к каждому типу продукции. Технические требования модуля представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические требования

№ п/п	Наименование	Параметры
1	Автоматизированный модуль (контроллер) управления освещением	Предназначен для дистанционного управления наружным освещением
2	Связь	Любые операторы сотовой связи, предоставляющие услуги SMS и GPRS на территории расположения объекта.
3	Количествоиспользуемых SIM-карт	Наличие основного и резервного GSMканала для передачи данных
4	Напряжение питания, В	220
5	Частота питающего напряжения, Гц	50
6	Диапазон рабочей температуры, °С	-40...+50
7	Интерфейс USB	Разъем тип В (опционально)
8	Связь через ЛЭП	НаличиеPLCадаптера (опционально)
9	Время наработки на отказ, ч.	Не менее 80 000

Требования к приёмке работ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Требования к приёмке работ по стадиям [18]

Стадия испытаний	Участники испытаний	Место и срок проведения	Порядок согласования документации	Статус приемочной комиссии
Предварительные испытания	Организация заказчика и разработчика	На территории заказчика	Выявление недостатков с последующим их устранением	Экспертная группа
Опытная эксплуатация	Организация заказчика и разработчика	На территории заказчика	Проведение опытной эксплуатации	Группа тестирования
Приемочные испытания	Организация заказчика и разработчика	На территории заказчика	Проведение приемочных испытаний	Приемочная комиссия

Документация дипломной работы будет предоставлена в соответствии с ГОСТ 7.32-2021. Требования представлены в таблице 3 [18].

Таблица 3 – Требования к документированию [18]

Этап	Документ
Проектирование. Разработка эскизного проекта. Разработка технического проекта.	Эскизный проект ГСЭ ТЗ для ГСЭ
Разработка рабочей документации. Адаптация программ	Описание системы Программный код системы Схема в EasyEDA/Paint/Visio Руководство пользователя
Ввод в действие	Акт приёмки в эксплуатацию Акт завершения работ

Вывод по разделу

В исследовательской части проекта была рассмотрена сущность систем управления наружным освещением, их актуальность, а также осуществлён разбор современных автоматизированных систем наружного освещения. На основании анализа сущности систем и разбора современных автоматизированных систем, были сформированы требования к проектируемой системе.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Выбор инструментального обеспечения проектирования

Для разработки функциональной схемы воспользуемся программой Visio. Данная программа проста в использовании, имеет понятный интерфейс, а также множество шаблонов для создания схем. На рисунке 6 указаны различные шаблоны схем при работе в Visio.



Рисунок 6 – Шаблоны для создания схем Visio

Для проектирования принципиальной схемы и платы устройства используется большое количество различного программного обеспечения. Рассмотрим некоторые из них.

FreePCB – бесплатная программа с открытым исходным кодом, предназначенная для редактирования печатных плат. Простая в изучении и использовании, но способная обеспечить профессиональное качество разработки. Сама *FreePCB* рассчитана только на ручную разводку плат. На рисунке 7 представлен интерфейс *FreePCB*.

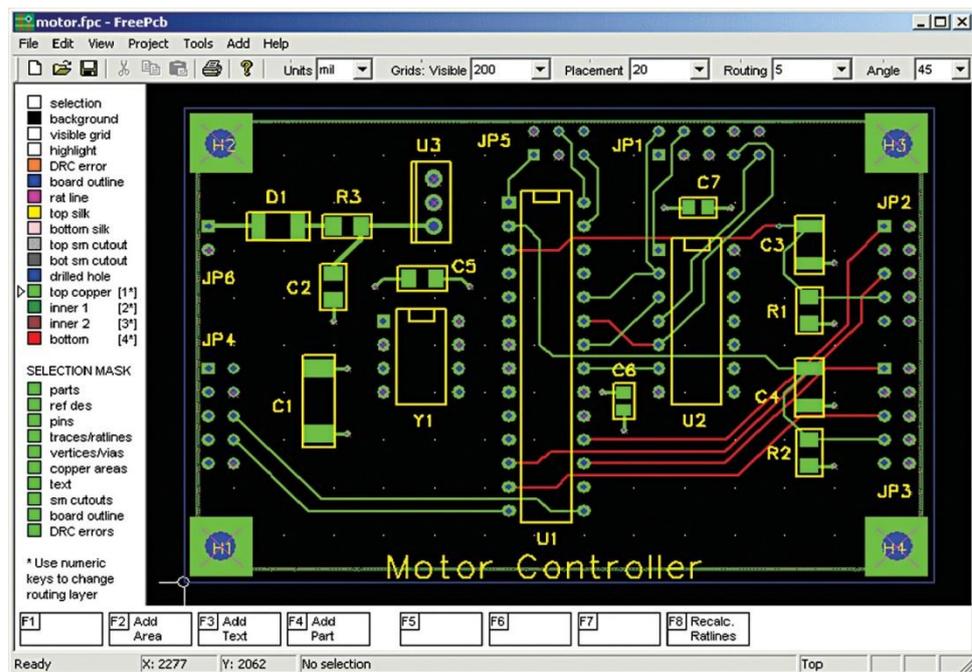


Рисунок 7 – Интерфейс FreePCB

EasyEda – бесплатная полнофункциональная облачная система проектирования печатных плат, не требующая инсталляции на локальный компьютер. Несмотря на то, что EasyEDA – это облачный сервис, она может похвастаться функционалом, надежностью, стабильностью и скоростью работы, простым и понятным интерфейсом, богатым набором библиотек компонентов с функцией автоматического обновления, возможностями импорта проектов из других систем проектирования. В состав системы входят редактор схем, симулятор смешанных сигналов с использованием SPICE-моделей и схем, редактор многослойных печатных плат с автотрассировщиком и системой подготовки плат к производству. И самое главное - система EasyEDA имеет русский пользовательский интерфейс. На рисунке 8 представлена системная библиотека EasyEda.

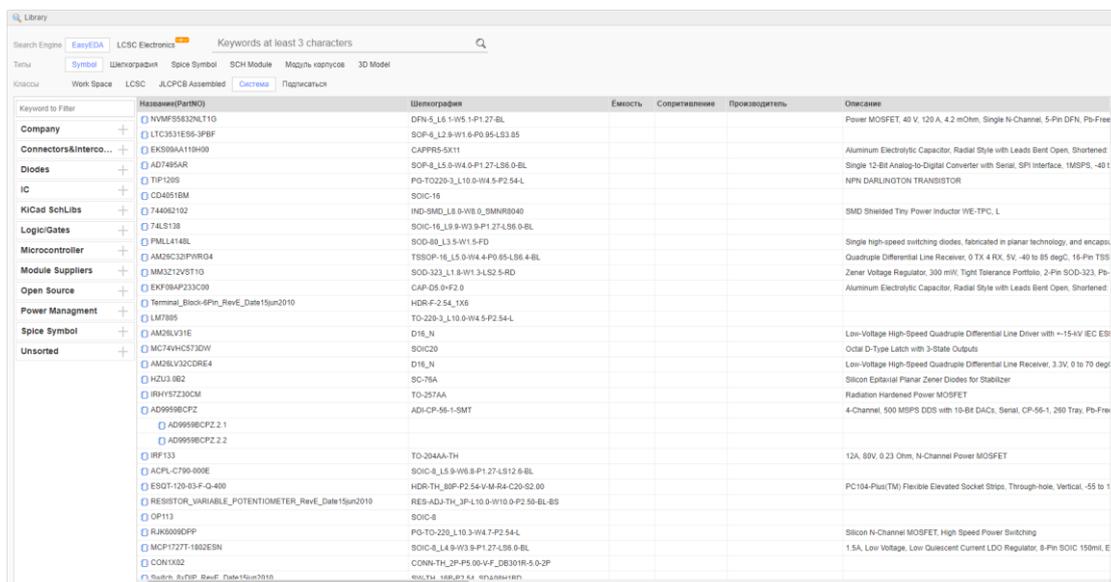


Рисунок 8 – Системная библиотека EasyEda

В таблице 4 представлена сравнительная характеристика FreePCB и EasyEda.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика FreePCB и EasyEda

Программный продукт	FreePCB	EasyEda
Библиотеки	Design International, PCB Matrix и IPC	SeedStudio, SparkFun, Adafruit, KiCad, DangerousPrototype
Поддерживаемая система	Microsoft Windows	Linux, Mac, Windows, Android
Облачность	Нет	Имеется
Импорт/Экспорт проектов	Импорт из симулятора LTspice импорт/экспорт списков цепей в PADS-PCB	Импорт проектов из Eagle, Altium, Kicad и LTspice
Автотрассировка	Нет	Имеется
Редактор компонентов	Имеется	Имеется
Общий доступ и совместная работа над проектом	Нет	Имеется

Для проектирования принципиальной схемы и платы устройства используем онлайн проектировщик EasyEda. Он удобен в использовании, имеет как огромную библиотеку системных компонентов принципиальной схемы, так и пользовательскую библиотеку. Преобразовывает схемы в платы и может выполнять автотрассировку разводки печатной платы.

Для написания программной части проекта имеется огромное количество программ, с различными языками программирования. Рассмотрим некоторые из них.

Notepad++ – это замена Блокнота, который поддерживает множество различных языков программирования. Это отличный помощник для проектов по написанию кода. Вы можете работать с несколькими документами одновременно, благодаря функции редактирования с несколькими вкладками. Редактор позволяет легко проверять файлы на всех этапах проектов встроенного программного обеспечения, от HEX до исходного кода C ++. Интерфейс представлен на рисунке 9.

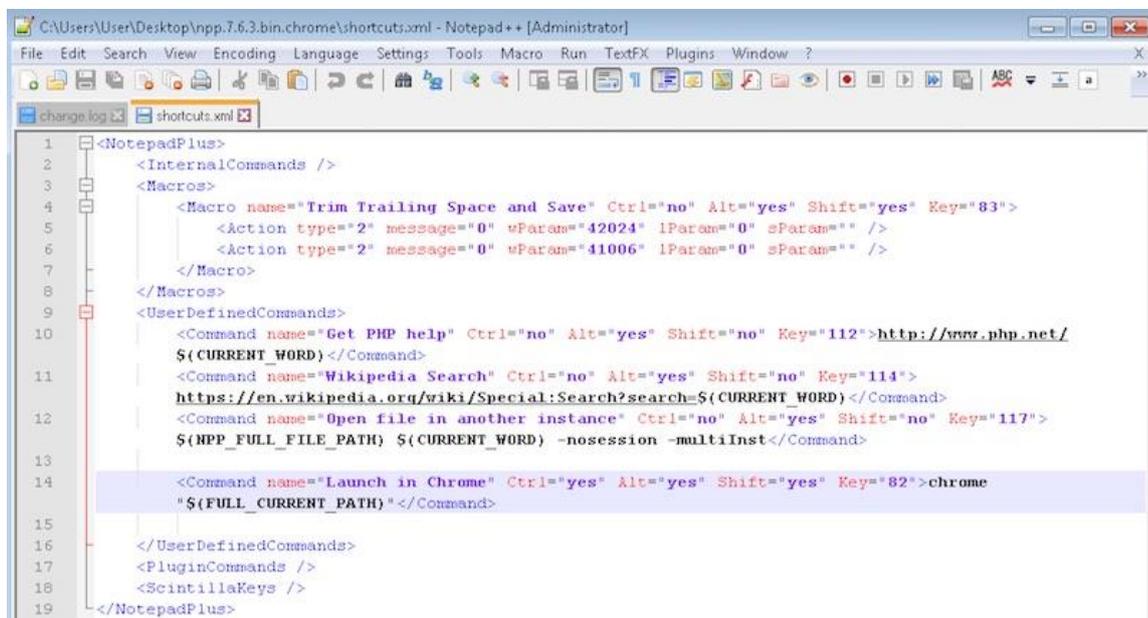


Рисунок 9 – Интерфейс Notepad++

Arduino IDE — интегрированная среда разработки для Windows, MacOS и Linux, предназначенная для создания и загрузки программ на печатные платы. Поддерживает языки Си и C ++ с использованием специальных правил структурирования кода. Имеет большое количество библиотек под различные микроконтроллеры и компоненты. Легка в освоении, имеет русскую локализацию, проверяет код и указывает на ошибки в синтаксисе. На рисунке 10 представлен интерфейс программы.

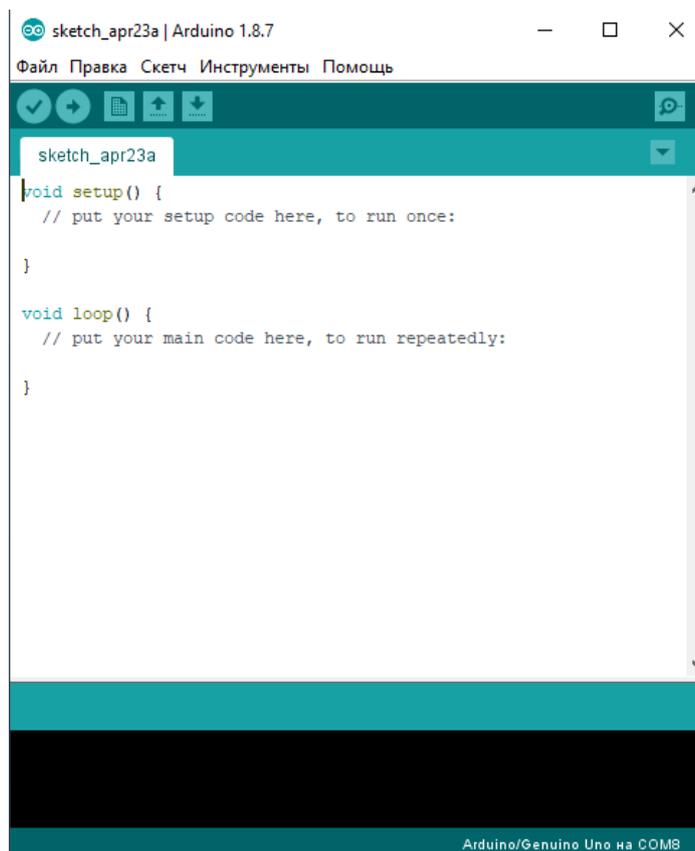


Рисунок 10 – Интерфейс Arduino IDE

Для написания кода была использована программа Arduino IDE. Данная программа хорошо подходит для программирования микроконтроллеров. Имеется свободный доступ к самим библиотекам, а также к их управлению.

2.2 Разработка структурной и функциональной схем проектируемой системы

Структурная схема является первым этапом в разработке проекта. Представляет собой общую характеристику проекта, его составные части и их взаимодействие, представлена на рисунке 11. Состоит из 4 блоков – пульта управления, узла учёта электроэнергии, системы электроснабжения и системы регулирования освещения. Основной блок разрабатываемого проекта – система регулирования освещения.

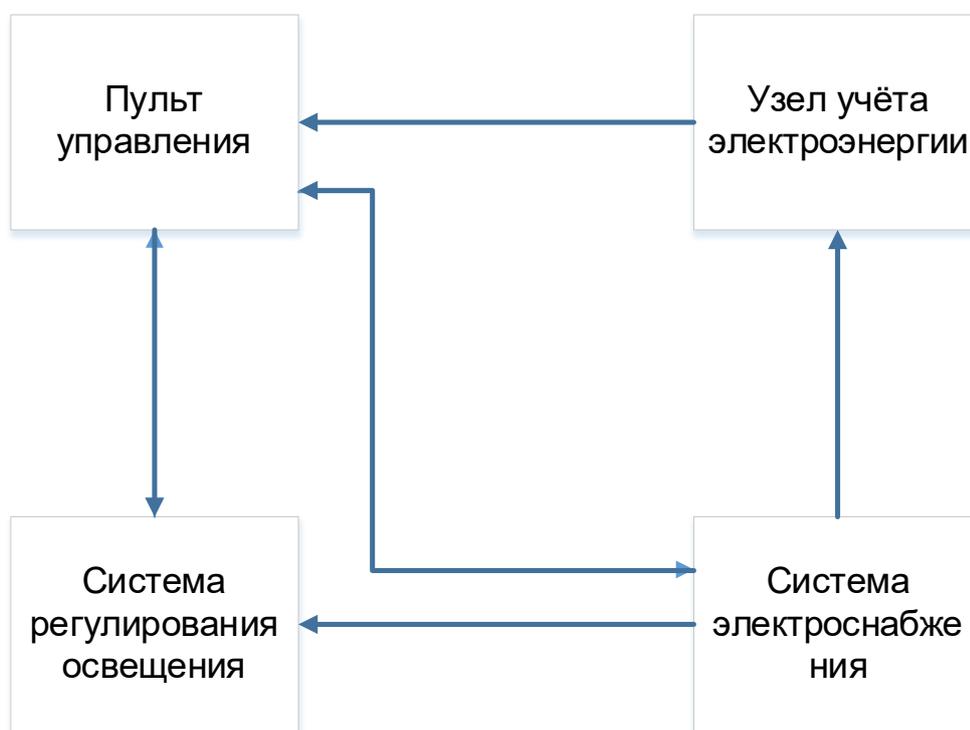


Рисунок 11 – Структурная схема разрабатываемого проекта

После разработки структурной схемы приступаем к разработке функциональной. Она описывает процессы, происходящие внутри отдельных частей проекта, а также их взаимодействие. Функциональная схема, представленная на рисунке 12, описывает процессы, происходящие в системе регулирования освещения, и даёт понять принцип её работы.

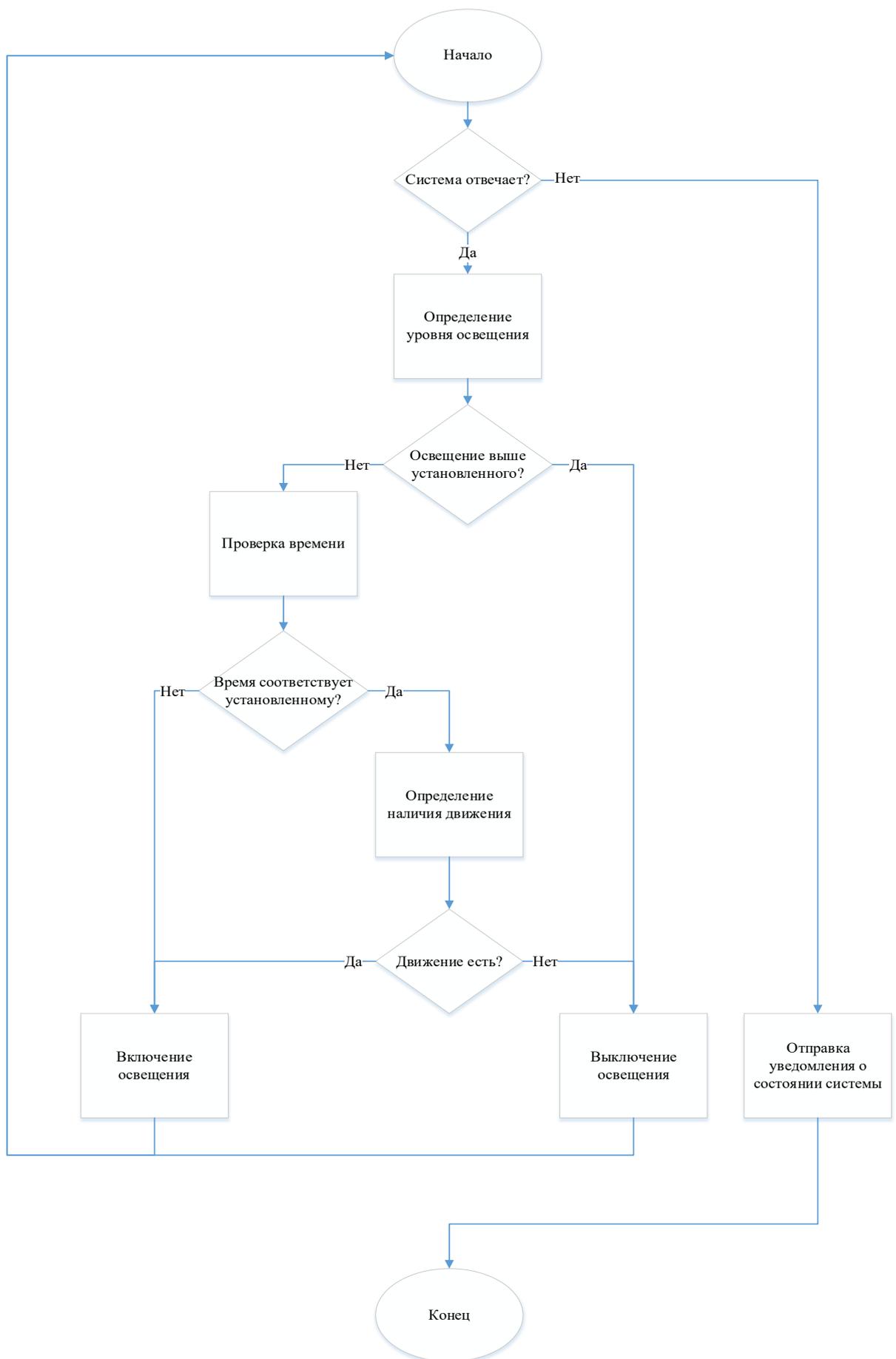


Рисунок 12 – Функциональная схема системы регулирования освещения

2.3 Разработка аппаратной части проектируемой системы

Перед началом разработки аппаратной части системы необходимо определить перечень комплектующих, которые будут находиться в составе этой системы. Комплектующие должны соответствовать заявленным требованиям к системе.

Перечень комплектующих:

1. Микропроцессор. Перейдём к выбору микроконтроллера. Рассмотрим 2 микроконтроллера – PIC16 и Atmega16, их характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики микроконтроллеров

Микроконтроллер	PIC16	Atmega16
Режим прерываний	Имеется	Имеется
Архитектура	Высокоскоростная RISC	Прогрессивная RISC
Тактовая частота	20МГц	16МГц
Выводы I/O	36 линий ввода/вывода	34 линии ввода/вывода
Рабочее напряжение	2-5.5В	4,5-5,5В
Рабочая частота	333КГц-4МГц	0-16МГц
Интерфейс	SPI	JTAG

На рисунке 13 представлено расположение выводов микроконтроллера PIC16.

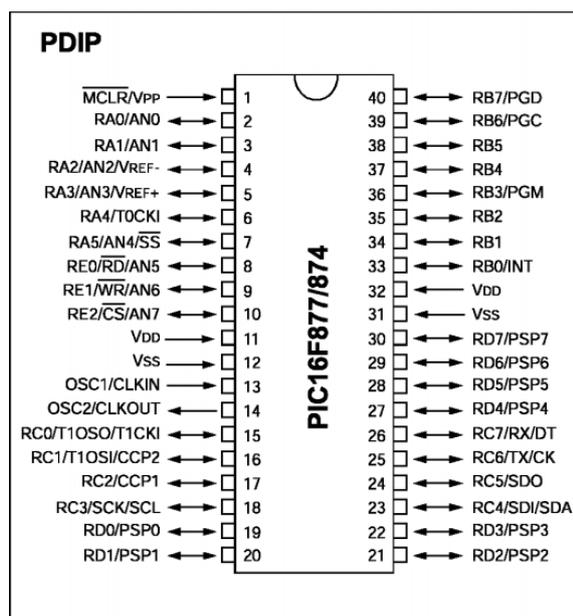


Рисунок 13 – Расположение выводов микроконтроллера PIC16

На рисунке 14 представлено расположение выводов микроконтроллера Atmega16.

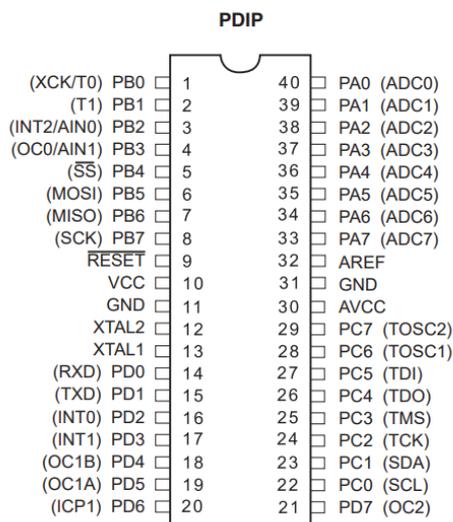


Рисунок 14 - Расположение выводов микроконтроллера Atmega16

После сравнения микроконтроллеров выбираем микроконтроллер серии Atmega16 будет более подходящим потому, что микроконтроллеры AVR по сравнению с PIC имеют несколько явных преимуществ [20]:

– AVR имеют более совершенную архитектуру и могут выполнять команды в каждом такте (в отличие от PIC, которым для выполнения команды требуется четыре такта). Поэтому при той же тактовой частоте AVR работают в четыре раза быстрее, чем PIC.

– AVR имеют 32 рабочих регистра, в то время как PIC всего один.

– AVR имеют почти в три раза больше команд. Это можно считать как преимуществом, так и недостатком [20].

Недостатки, разумеется, тоже есть. Например, в PIC разрешён прямой доступ к регистрам ввода-вывода, что не допускается в AVR [20].

2. Датчик света.

1. Фотореле для уличного освещения MYCN AS-20 представлено на рисунке 15.



Рисунок 15 – Фотореле MYCN AS-20

В таблице 6 представлены ТХ (технические характеристики) фотореле MYCN AS-20.

Таблица 6 – Технические характеристики фотореле MYCN AS-20 [24]

Номинальное напряжение	230 В
Мощность	1100 Вт
Номинальная частота	50 Гц
Собственная потребляемая мощность в режиме работы	0,45 Вт
Собственная потребляемая мощность в режиме ожидания	0,1 Вт
Диапазон рабочих температур	-30 до +40 °С
Стоимость	700 рублей

2. Фотореле ФР-603 представлено на рисунке 16.



Рисунок 16 – Фотореле ФР-603

В таблице 7 представлены ТХ фотореле ФР-603.

Таблица 7 – Технические характеристики фотореле ФР-603 [23]

Мощность	2200 Вт
Номинальное напряжение	230 В
Температура	-40...+50 °С
Частота	50 Гц
Собственная потребляемая мощность в режиме работы	0,45 Вт
Собственная потребляемая мощность в режиме ожидания	0,1 ВТ
Стоимость	1000 рублей

Перейдём к выбору фотореле. Фотореле МУСН АS-20 имеет более низкую стоимость, но имеет меньший температурный порог работы. Фотореле ФР-603 более дорогое, но соответствуем всем поставленным требования проекта. Также, ФР-603 имеет более обтекаемую и приятную на вид форму с более надёжным креплением, поэтому выбираем фотореле ФР-603.

3. Датчик движения.

Перейдём к выбору датчика движения. На рисунке 17 представлен датчик движения ДД-010.



Рисунок 17 – Датчик движения ДД-010

В таблице 8 представлены ТХ датчика движения ДД-010.

Таблица 8 – Характеристики датчика движения ДД-010 [25]

Макс коммутационная мощность	1100 Вт
Макс мощность нагрузки для ламп накали	1100 Вт
Макс мощность нагрузки для люминесцентных ламп	300 ВА
Оптимальная высота установки	1,8...2,5 м
Макс дальность передачи в сторону	10 м
Макс дальность передачи по фронту	10 м
Макс рабочий цикл	12±3 мин
Мин рабочий цикл	10±3 сек
Угол обнаружения по горизонтали	180
Цвет	Черный
Материал	Пластик
Степень защиты - IP	IP44

Тип напряжения	Переменный (АС)
Номинальное напряжение	230 В
Частота	50 Гц
Класс защиты от поражения электрическим током	II
Макс мощность во включённом состоянии	0.45 Вт
Температура	-40...+45 °С
Максимальная дальность обнаружения объекта	10 м
Стоимость	850 рублей

На рисунке 18 представлен инфракрасный датчик движения 180°.



Рисунок 18 – Инфракрасный датчик движения SmartBuy SBL-MS-009

В таблице 9 представлены ТХ датчика движения SmartBuy SBL-MS-009.

Таблица 9 – Характеристики датчика движения SmartBuy SBL-MS-009 [26]

Диапазон обнаружения	180
Расстояние обнаружения	12 м
Номинальное напряжение	230 В
Номинальная частота	50 Гц
Максимальная подключаемая нагрузка	1200 Вт
Задержка отключения	10 сек - 7 мин
Степень защиты	IP44
Цвет	Белый / черный
Температура	40...+45 °С
Макс мощность во вкл состоянии	0.45 Вт
Макс рабочий цикл	10±2 мин
Мин рабочий цикл	10±3 сек
Стоимость	800 рублей

Оба датчика имеют схожие характеристики с различием лишь в максимальной дальности обнаружения. Выбираем датчик SmartBuy SBL-MS-009.

GPS-модуль.

В качестве модуля будет использоваться флеш-модуль VK172, поддерживающий как GPS, так и ГЛОНАСС. Данный модуль подключается напрямую и имеет заявленную точность до 2.5м. Стоимость 400 рублей. Представлен на рисунке 19.



Рисунок 19 – GPS-модуль VK-172

Wi-fi модуль.

Перейдём к выбору wi-fi модуля. Они имеют несколько разновидностей:

- миниатюрные USB-устройства;
- обычные USB-устройства;
- внутренние адаптеры;
- встроенные модули.

Первый тип обладает низкими характеристиками принятия сигнала, поэтому отпадает сразу, второй тип имеет лучшую степень приёма, которая достигается за счёт большего размера, в сравнении с первым типом. Третий тип модулей не подходит для разрабатываемого проекта по причине своей непригодности для автоматизированной системы освещения. Четвёртый тип модулей является оптимальным для решения поставленных задач, он

интегрируется в плату, имеет хорошую степень принятия сигнала и не занимает большое пространство.

На рисунке 20 представлен встроенный модуль Wi-Fi 6 AX200.



Рисунок 20 – Wi-Fi модуль 6 AX200 [28]

В таблице 10 представлены ТХ Wi-Fi модулей 6 AX200 и ESP826

Таблица 10 – Характеристики Wi-Fi модуля 6 AX200 [28]

Модель	ESP826	6 AX200
Стандарт Wi-Fi	802.11b, 802.11g, 802.11n.	5 (802.11ac), 4 (802.11n), 6 (802.11ax)
Диапазон частот	2.4 / 5 ГГц	2.4 / 5 ГГц
Максимальная скорость Wi-Fi соединения	2000 Мбит/с	2400 Мбит/с
Защита беспроводной сети	WEP, WPA2, WPA3	WEP, WPA2, WPA3
Стоимость	600 рублей	1000 рублей

Модуль WiFi ESP826, представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Модуль wi-fi ESP826

Для установки модуля AX200 требуется дополнительный разъём M.2 (NGFF), в то время как ESP826 подключается напрямую к микроконтроллеру, что упрощает его установку. Выбираем модуль ESP826.

После выборки необходимых модулей проекта, приступаем к разработке принципиальной схемы и печатной платы автоматизированной системы освещения.

Принципиальная схема системы представлена в приложении А.

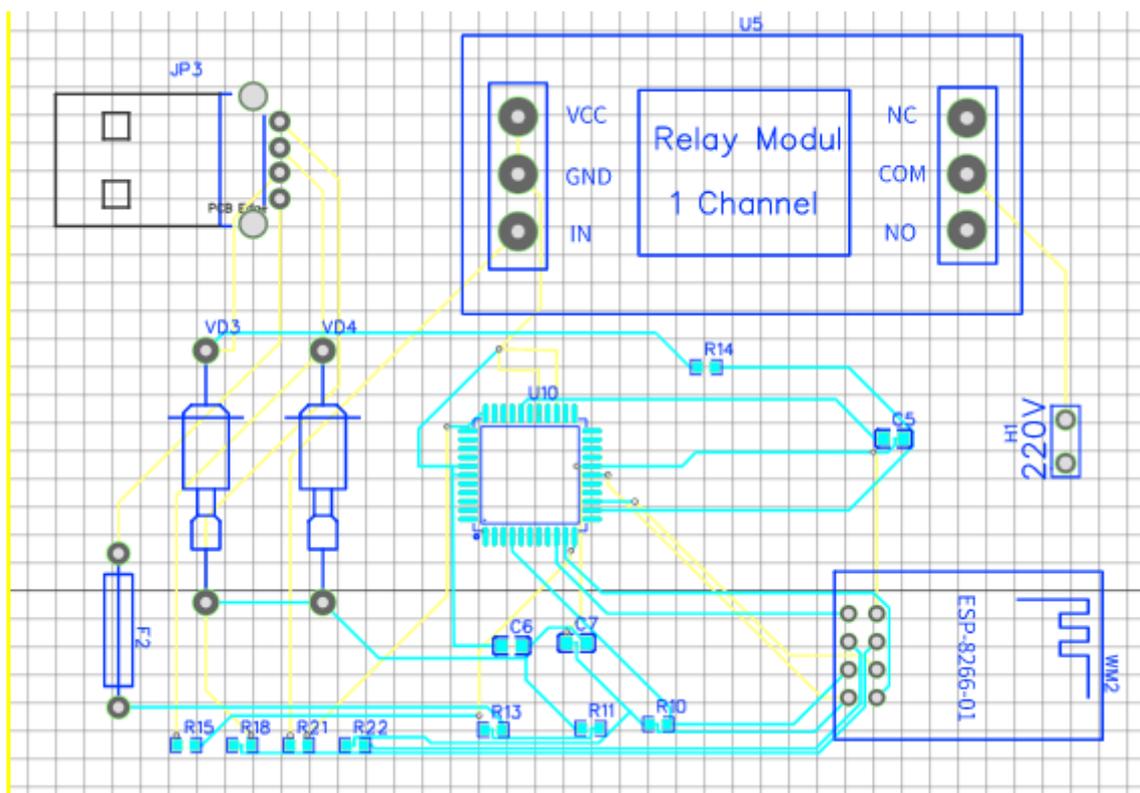


Рисунок 22 – Печатная плата

2.4 Разработка программной части проектируемой системы

Автоматизированные системы освещения имеют множество вариаций использования, на рисунке 23 представлена часть программного кода одной из вариаций. Данная вариация состоит из трёх условий, базовая проверка фотореле и датчика движения, и два условия работы системы. Возможность точечной настройки АСУНО делает её универсальным продуктом, подходящим для любых задач освещения.

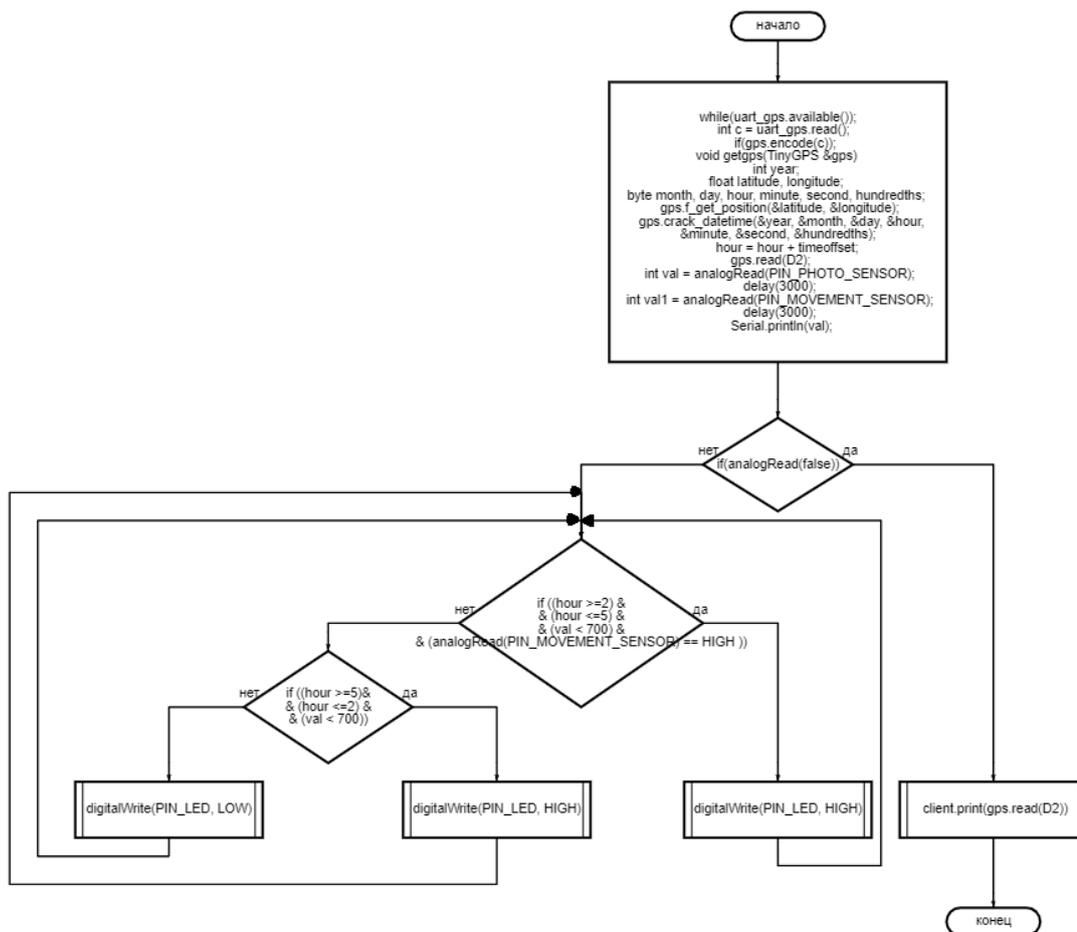


Рисунок 23 – Программный код

Программная часть проектируемой системы представлена в приложении В.

Вывод по разделу

Таким образом, в ходе выполнения работ по разработке конструкторской части проекта, было выбрано инструментальное обеспечение для проектирования автоматизированной системы управления наружным освещением. Были разработаны структурная и функциональная схемы системы. На основании выбранного инструментального обеспечения и разработанных схем была разработана аппаратная часть проектируемой системы.

3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера

Затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитываются по следующей формуле (1):

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

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

$Z_{ОВФ}$ – начисления на заработную плату разработчиков программы во внебюджетные фонды,

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

$Z_{СПП}$ – затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера,

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

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

При разработке программы для микроконтроллера общее время разработки составило 1 месяца.

Фонд оплаты труда за время работы над программой для микроконтроллера (2):

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

где O_{Pj} – оклад j -го разработчика. В разработке участвовал 1 человек, его оклад составляет 15000 руб.,

$T_{РПРj}$ – общее время работы над программой в месяцах, $T_{РПР} = 1$,

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

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

Таким образом,

$$Z_{ФОТР} = 15000 \cdot 1 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 20070 \text{руб.}$$

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

Страховые взносы складываются из обязательного пенсионного страхования (ОПС), отчислений в фонд социального страхования и отчислений в фонд обязательного медицинского страхования.

Значения всех используемых ставок приведены в таблице 11.

Таблица 11 – 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
4	Итого:	30

Сумма начислений на заработную плату во внебюджетные фонды составляет (3):

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

$$Z_{\text{ОВФ}} = 0,3 \cdot 20700 = 6210 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники (4):

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

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

n – количество единиц техники, равно 1,

$C_{\text{М-ч}}$ – себестоимость машино–часа, $C_{\text{М-ч}} = 10$ руб.,

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

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле (5):

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

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

$T_{\text{мес}}$ – рабочее время, мес, ($T_{\text{мес}} = 2$),

$Ч_{рд}$ – 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 программы для микроконтроллера с использованием ЭВМ составляет:

$$T_{\text{час}} = 2 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 1 = 352 \text{ часа,}$$

$$З_{\text{ЭВМ}} = 352 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10 = 3344 \text{ руб.}$$

Затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле (6):

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

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

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Программные продукты специального назначения

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

Использованные программные продукты бесплатны, поэтому:

$$З_{\text{СПП}} = 0 \text{ руб.}$$

Затраты на хозяйственно–организационные нужды приведены в таблице 13 и вычисляются по формуле (7):

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

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

K_{τ} – количество τ -го товара.

Таблица 13 – Затраты на хозяйственно–организационные нужды

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
USB–флеш–накопитель	600	1	600
Бумага	0,9	500	450
Итого:			1050

$$Z_{\text{ХОИ}}=600 \cdot 1+0,9 \cdot 500=1050 \text{ руб.}$$

Накладные расходы (8):

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

$$P_{\text{Н}}=20700 \cdot 0,3=6210 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитанные по формуле 1 составят:

$$Z_{\text{РПР}}=20700+6210+3344+0+1050+6210=37514 \text{ руб.}$$

3.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера

Затраты на внедрение программы для микроконтроллера ($Z_{\text{ВПР}}$) рассчитываются по формуле (9):

$$Z_{\text{ВПР}}=Z_{\text{М}}+Z_{\text{КТС}} \cdot (1+k_{\text{ТУН}})+Z_{\text{ПО}}+Z_{\text{ФОТВ}}+Z_{\text{ОФВ}}+Z_{\text{ЭВМ}}+P_{\text{КОМ}}+P_{\text{Н}}, \quad (9)$$

где $Z_{\text{М}}$ – затраты на приобретение материалов, руб.,

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

$Z_{\text{ПО}}$ – затраты на приобретение программного обеспечения (включают стоимость разработанной программы, а также других существующих ПП, необходимых для функционирования системы), руб.,

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

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

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

$R_{ком}$ – командировочные расходы, руб.,

$R_{н}$ – накладные расходы, руб.,

$k_{тун}$ – коэффициент транспортирования, установки и наладки комплекса технических средств, определяется действующими нормативами организации, а также спецификой конкретного проекта.

Затраты на приобретение материалов (ЗМ) приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Печатная плата	23	1	23
Монтаж платы	32	1	32
Atmega16	150	1	150
Датчик света ФР-603	1000	1	1000
Датчик движения SmartBuy SBL-MS-009	800	1	800
GPS-модуль VK172	400	1	400
Wi-fi модуль ESP826	600	1	600
USB-разъём	100	1	100
Корпус для радиоэлектронной аппаратуры	400	1	400
Итого:			3500

Таблица 14 составлена без учёта затрат на провода, т.к. для каждой отдельной единицы продукта требуется различная их длина. Также в таблице 14 не представлены затраты на незначительные радиоэлементы.

Дополнительного приобретения компьютеров или других КТС не требуется, следовательно, $Z_{КТС} = 0$.

Затраты на приобретение программного обеспечения в данном случае равны затратам на разработку и составляют $Z_{ПО} = 37514$ руб.

Внедрением занят один системный инженер с окладом 15000 руб. Время внедрения – 0,5 месяц. По формуле рассчитываем затраты на оплату труда и страховой взнос во внебюджетные фонды.

$$Z_{ФОТВ} = 15000 \cdot 0,5 = 7500 \text{ руб.}$$

$$Z_{ОВФ} = 7500 \cdot 0,3 = 2250 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении проектного решения составят:

$$Z_{\text{ЭВМ}}=0,5 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 10=880 \text{ руб.}$$

Командировочные расходы при внедрении программы для микроконтроллера не планируются, следовательно, $R_{\text{ком}} = 0$.

Так как коэффициент накладных расходов по данным организации составляет $k_{\text{НР}} = 0,3$, то величина накладных расходов равна 880 руб.

Суммарные затраты на внедрение для первой единицы проекта составят:

$$Z_{\text{ВПР}} = 3500 + 0 + 37514 + 7500 + 2250 + 880 + 0 + 880 = 52524 \text{ руб.}$$

Увеличение затрат для последующей установки системы будет зависеть от количества единиц продукта и его характеристик (длина проводов, которая не включена в первичные расходы). Конечные затраты на внедрение системы составят (10):

$$Z_{\text{ВПР}} + \text{стоимость кол-ва единиц продукта.} \quad (10)$$

3.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера

Годовые затраты на обработку результатов до внедрения разработанной программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле (11):

$$C_1 = 3\Pi_1 + OT_{\text{ВН1}} + Z_{\text{ЭВМ1}} + M_{31} + \text{НР}_1, \quad (11)$$

где $3\Pi_1$ – затраты на оплату труда сотрудника на выполнение функций до внедрения проектного решения,

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

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

M_{31} – годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 3000 руб.,

НР_1 – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле (12):

$$T_{1\text{мес}} = \frac{T_{1\text{час}}}{\text{Ч}_{\text{рд}} \cdot \text{Ч}_{\text{рч}}}, \quad (12)$$

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 (13):

$$ЗП_1 = O_c \cdot T_{1\text{мес}} \cdot (1+k_d) \cdot (1+k_y), \quad (13)$$

где O_c – оклад сотрудника (оклад составляет 15000 руб.),

$$ЗП_1 = 15000 \cdot 3,2 \cdot (1+0,2) \cdot (1+0,15) = 66240 \text{ руб.}$$

Страховой взнос до внедрения вычисляются по формуле (14):

$$OT_{\text{ВН1}} = ЗП_1 \cdot 0,3, \quad (14)$$

$$OT_{\text{ВН1}} = 66240 \cdot 0,3 = 19872 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ до внедрения по формуле (15):

$$З_{\text{ЭВМ1}} = T_{1\text{час}} \cdot C_{\text{М-ч}}, \quad (15)$$

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

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_1 = 66240 + 19872 + 5640 + 3000 = 94752 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на эксплуатацию системы после внедрения программы для микроконтроллера рассчитываются аналогично по формуле (16):

$$C_2 = ЗП_2 + OT_{\text{ВН2}} + З_{\text{ЭВМ2}} + M_{32} + НР_2, \quad (16)$$

где ЗП₂ – затраты на оплату труда сотрудника после внедрения,
 ОТВН₂ – страховой взнос во внебюджетные фонды,
 ЗЭВМ₂ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения,
 Мз₂ – материальные затраты, годовые материальные затраты на
 сопровождение программы для микроконтроллера составляют 3000 руб.,
 НР₂ – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах (17):

$$T_{2\text{мес}} = \frac{T_{2\text{час}}}{\text{Ч}_{\text{рд}} \cdot \text{Ч}_{\text{рч}}}, \quad (17)$$

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

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

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

$$T_{2\text{мес}} = \frac{300}{22 \cdot 8} = 1,70 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника (18):

$$\text{ЗП}_2 = O_c \cdot T_{2\text{мес}} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_y), \quad (18)$$

где O_c – оклад сотрудника (оклад составляет 15000 руб.)

$$\text{ЗП}_2 = 15000 \cdot 1,70 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 35190 \text{ руб.}$$

Страховой взнос после внедрения вычисляются по формуле (19):

$$\text{ОТВН}_2 = \text{ЗП}_2 \cdot 0,3, \quad (19)$$

$$\text{ОТВН}_2 = 35190 \cdot 0,3 = 10557 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения
 по формуле (20):

$$\text{ЗЭВМ}_2 = T_{2\text{час}} \cdot C_{\text{М-ч}}, \quad (20)$$

$$\text{ЗЭВМ}_2 = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_2 = 35190 + 10557 + 3000 + 3000 = 51747 \text{ руб.}$$

Таким образом, текущие затраты на содержание системы до внедрения разработанной программы для микроконтроллера составляют 94752 руб., после внедрения 51747 руб.

3.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий

Для разрабатываемого проекта расчет экономической эффективности производится исходя из следующих условий:

– годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы, $C_1 = 94752$ руб.;

– годовые текущие затраты после внедрения системы, $C_2 = 51747$ руб.;

– горизонт расчета принимается исходя из срока использования разработки, $T = T_n = 2$ годам;

– шаг расчета равен одному году, $t = 1$ году;

– капитальные вложения на создание первой единицы системы, $K = 52474$ руб.;

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

Ожидаемая условно-годовая экономия от внедрения системы рассчитывается по формуле (21):

$$\Delta_{\text{уг}} = C_1 - C_2 + \sum \Delta_i, \quad (21)$$

где $\Delta_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

C_1 – годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы, руб.,

C_2 – годовые текущие затраты после внедрения системы, руб.,

$\sum \Delta_i$ – ожидаемый дополнительный эффект от различных факторов, руб.

Так как основным фактором, по которому производится расчет экономической эффективности от внедрения программы для

микроконтроллера, является уменьшение времени обработки результатов тестирования и дополнительный эффект не учитывается, то $\sum \Delta i = 0$.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\Delta_{\text{уг}} = 94752 - 51747 = 43005 \text{ руб.}$$

где $\Delta_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.

Величина ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения ИС рассчитывается по формуле (22):

$$\Delta_{\text{г}} = \Delta_{\text{уг}} - K \cdot E_{\text{н}}, \quad (22)$$

где $\Delta_{\text{г}}$ – ожидаемый годовой экономический эффект, руб.,

$\Delta_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

K – капитальные вложения (равны затратам на создание ИС), руб.,

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле (23):

$$E_{\text{н}} = \frac{1}{T_{\text{н}}}, \quad (23)$$

где $T_{\text{н}}$ – нормативный срок окупаемости капитальных вложений, лет.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\Delta_{\text{г}} = 43005 - 52524 \cdot 0,5 = 16743 \text{ руб.}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений составляет (24):

$$E_{\text{р}} = \frac{\Delta_{\text{уг}}}{K}, \quad (24)$$

где $E_{\text{р}}$ – расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений,

$\Delta_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

К – капитальные вложения на создание системы, руб.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_p = \frac{43005}{52474} = 0,82$$

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений составляет (25):

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (25)$$

где E_p – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$T_p = \frac{1}{0,82} = 1,2 \text{ год.}$$

Срок окупаемости первой единицы продукта без дисконтирования 1,2 год.

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

Если в течение расчетного периода не происходит инфляционного изменения цен или расчет производится в базовых ценах, то величина ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется по формуле (26):

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (26)$$

где P_t – ожидаемые результаты от внедрения предложенной ИС, руб.,

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

$E_t = (P_t - Z_t)$ – эффект, достигаемый на t -м шаге расчета,

К – капитальные вложения,

t – номер шага расчета ($t = 1, 2$),

T – горизонт расчета,

E – постоянная норма дисконта, 12%.

$\Delta t = (P_t - Z_t) = \Delta_{уг} = 43005$ 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 предложенной ИС будет с текущего года внедрения ИС.

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

Тогда суммарный чистый дисконтированный доход за весь горизонт расчета равен (27):

$$\text{ЧДД} = \Delta_1 \cdot \frac{1}{(1+E)} + \Delta_2 \cdot \frac{1}{(1+E)^2}, \quad (27)$$

$$\text{ЧДД} = \frac{43005}{(1+0,12)} + \frac{43005}{(1+0,12)^2} - 52524 = 20157 \text{ руб.}$$

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

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капитальных вложений и определяется по формуле (28):

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (28)$$

где K – величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{72681}{52524} = 1,38$$

Инвестиции считаются эффективными, если индекс доходности выше единицы, $\text{ИД} > 1$, следовательно, инвестиции в данную ИС, эффективны.

Внутренняя норма доходности (ВНД) (29-30):

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

$$E_2 \rightarrow ЧДД_2 < 0$$

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 - ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1), \quad (29)$$

$$\text{при } E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$$

$$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$$

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 + ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1) \quad (30)$$

$$E_1 = 0,11$$

$$ЧДД_1 = \frac{43005}{(1+0,11)} + \frac{43005}{(1+0,11)^2} - 52524 = 21123 \text{ руб.}$$

$$E_1 = 0,13$$

$$ЧДД_2 = \frac{43005}{(1+0,13)} + \frac{43005}{(1+0,13)^2} - 52524 = 19213 \text{ руб.}$$

$$E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$$

$$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$$

$$ВНД = 0,10 + \frac{21173}{21123 + 19213} \cdot (0,13 - 0,10) = 0,115.$$

Таким образом, норма дисконта должна быть в пределах 10% – 13%.

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера в объеме одной единицы продукта

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение ПП, руб.	52524
Ожидаемая экономия от внедрения ПП, руб.	43005
Чистый дисконтированный доход, руб.	20157
Индекс доходности	1,38
Внутренняя норма доходности	0,115
Дисконтированный срок окупаемости, лет	1,6
Срок морального старения, года	2

Вывод по разделу

Произведенные расчеты свидетельствуют, что внедрение, разработанной в ВКР программы для микроконтроллера, позволит сократить временные затраты на обработку результатов тестирования, что приведет к сокращению годовых текущих затрат на 43005 рублей

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

4 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств

К основным вредным и опасным факторам, что влияют на людей, занятых на производстве радиоэлектронной аппаратуры, можно отнести:

– Плохая освещенность рабочей зоны (условия освещенности производственных помещений должны удовлетворять нормам, представленным в таблице 16) [2];

Таблица 16 – Уровень освещения на рабочем месте электротехнической промышленности

Наименование зрительной работы и вида деятельности	эксплуатационная освещенность, лк	равномерность освещенности, не менее	объединенный показатель дискомфорта, не более	Общий индекс цветопередачи, не менее	коэффициент пульсации освещенности, %, не более	
Изготовление кабелей и проводов	300	0,60	25	80	20	
Намотка на катушки: - большие - средние - малые	300	0,60	25		20	
	500	0,60	22		15	
	750	0,70	19		10	
Пропитка катушек	300	0,60	25		20	
Гальваника	300		25			
Монтажные операции: - грубые - средней точности - высокой точности - сверхточн.	300	0,60	25		20	
	500	0,60	22		15	
	750	0,70	19		10	
	1000	0,70	16		10	
Производство электронной техники, испытание и контроль	1500	0,70	16			10

– Повышенные уровни электромагнитных излучений (уровни излучений и полей должны отвечать ГОСТ 12.2.006-87);

– Опасность поражения электрическим током;

– Содержание в воздухе рабочей зоны вредных веществ разного характера влияния в концентрациях, что превышают предельно допустимые (гранично-допустимая концентрация (ГДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны удовлетворять нормам, отмеченным в ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-80);

– Повышенный уровень шума на рабочем месте (допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах) должен соответствовать санитарным нормам допустимых уровней шума на рабочих местах ГОСТ 12.1.050;

– Повышенная напряженность электрического поля промышленной частоты на рабочем месте (ГОСТ 12.1.002-88) [29];

– Неудовлетворительные параметры микроклимата рабочей зоны в производственных помещениях должны удовлетворять нормам, представленным в таблице 17 [31].

Таблица 17 - Оптимальные и допустимые нормы температуры и относительной влажности в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %	
		оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая, не более
			верхняя граница		нижняя граница			
			на рабочих местах					
постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных					
Холодный	Легкая - Ia	22-24	25	26	21	18	40-60	75
	Легкая - Ib	21-23	24	25	20	17	40-60	75
	Средней тяжести - IIa	18-20	23	24	17	15	40-60	75
	Средней тяжести - IIб	17-19	21	23	15	13	40-60	75
	Тяжелая - III	16-18	19	20	13	12	40-60	75

Теплый	Легкая - Ia	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°C)
	Легкая - Ib	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27°C)
	Средней тяжести - Па	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°C)
	Средней тяжести - Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°C)
	Тяжелая - П	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24°C и ниже)

4.2 Расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника

Средства индивидуальной защиты по назначению и допустимым условиям применения принято подразделять на:

Основные электрозащитные: требуются для ведения работ при наличии напряжения на токоведущих частях оборудования или сетей. Главное требование к таким средствам — должны обладать изоляционными характеристиками, которые позволят выдерживать присутствующее напряжение на протяжении длительного времени [32]. К ним относятся:

- диэлектрические перчатки;
- инструменты с изолирующими рукоятками;
- электроизолирующая каска;
- указатели напряжения.

Дополнительные электрозащитные: применяются в комплекте с основными средствами индивидуальной защиты и способны предотвратить поражение при воздействии шагового напряжения или случайном контакте с токопроводящими элементами (напряжение прикосновения) [32]. К ним относятся:

- изолирующая подставка;

- диэлектрический коврик;
- диэлектрическая обувь.

4.3 Утилизация компьютерной и оргтехники техники

ИТ-оборудование утилизируется в конце его жизненного цикла. Существуют определенные законодательные требования к этой процедуре для юридических лиц и обычных граждан, так как некоторые детали компьютера представляют серьезную опасность для здоровья человека и окружающей среды [33].

Нюансы утилизации

Если вы выбросите некоторые части вашего компьютера на свалку, вы можете нанести непоправимый ущерб природе. В компьютерах и оргтехнике находятся олово, свинец, цинк и ртуть, которые приводят к гибели живых организмов и отравлению атмосферы, водоемов и почвы [33].

Некоторые детали могут содержать драгоценные и полудрагоценные металлы: серебро, золото, палладий, платину. Они и другие вещества часто используются в производстве после обработки. Физические и юридические лица могут быть привлечены к административной ответственности за незаконное изъятие старых компьютеров.

Опасность определённых деталей

В утиль сдают такую компьютерную технику, как персональные модели, кластеры, КПК, рабочие станции. Их детали могут оказывать разное влияние на окружающую среду, поэтому нельзя весь ПК отнести к одному классу опасности. Разделяют такие классификации:

- 1 класс – ртутные лампы из мониторов компьютеров;
- 2 класс – аккумуляторы и платы, содержащие олово, кадмий и свинец;
- 3 класс – провода и трансформаторы;
- 4 класс – безопасные металлические запчасти.

Пункты приема

Обработка компьютерной техники происходит по-разному. Владелец ПК может утилизировать свой ПК следующими способами [33]:

- обратиться в фирму, в перечень услуг которой входит утиль;
- сдать некоторые запчасти в пункты приёма металлолома;
- использовать специальную программу переработки в магазинах техники;
- продать компьютер по деталям.

Специализированные компании предлагают демонтаж и разборку ПК. Они предоставляют продавцу разрешение и паспорт отходов, заключают соответствующие договоры, а разбором оборудования занимается квалифицированный специалист.

Хозяйственные в обмен на старые модели могут предложить существенную скидку на покупку нового ПК или сертификат определенной стоимости на покупку других товаров. Вы можете продать свой компьютер своим знакомым целиком или по частям [33].

Предприятия без специального разрешения не могут заниматься вывозом и продажей техники, им необходимо заключать договоры на утилизацию ПК со специализированными фирмами. Переработка техники юридическим лицом проходит в несколько этапов:

- на первом создают внутреннюю комиссию для определения техники, которую нужно списать;
- на втором составляют заключение экспертов и подтверждение невозможности использования списанных компьютеров;
- затем технику отражают в бухгалтерском балансе;
- на заключительной стадии ПК утилизируют с помощью соответствующих компаний и получают от них подтверждающие документы.

Утиль ПК и компьютерного оборудования — это сложный и длительный процесс, но он необходим для поддержания экологической ситуации на приемлемом уровне [33].

Вывод по разделу

Вопрос охраны труда является одним из важнейших на современном этапе жизни нашего общества, в период, когда работодатели ставят для себя основной задачей как можно быстрее и с минимальным вложением средств извлечь наибольшее количество прибыли.

Охрана труда имеет социальное, экономическое и правовое значения. Социальное значение охраны труда состоит в том, что охрана труда способствует укреплению (сохранению) здоровья работников от вредных и опасных производственных факторов. Экономическое значение охраны труда реализуется в росте производительности труда, подъеме экономики, увеличении производства. Правовое значение охраны труда состоит в правовом регулировании работы по способностям с учетом тяжести условий труда, физиологических особенностей женского организма, организма подростков и трудоспособности инвалидов [34].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предметом выпускной квалификационной работы является автоматизированная система управления наружным освещением. На основании проведённого исследования было выяснено, что данные системы имеют повсеместное распространение в современной жизни в силу их разнообразия и задач.

В исследовательской части проекта была рассмотрена сущность систем управления наружным освещением, их актуальность, а также осуществлён разбор современных автоматизированных систем наружного освещения. На основании анализа сущности систем и разбора современных автоматизированных систем, были сформированы требования к проектируемой системе.

Таким образом, в ходе выполнения работ по разработке конструкторской части проекта, было выбрано инструментальное обеспечение для проектирования автоматизированной системы управления наружным освещением. Были разработаны структурная и функциональная схемы системы. На основании выбранного инструментального обеспечения и разработанных схем была разработана аппаратная часть проектируемой системы.

Произведенные расчеты в организационно-экономическом разделе свидетельствуют, что внедрение, разработанной в ВКР программы для микроконтроллера, позволит сократить временные затраты на обработку результатов тестирования, что приведет к сокращению годовых текущих затрат.

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

Анализ охраны труда показал, что она имеет социальное, экономическое и правовое значения. Охрана труда способствует укреплению (сохранению) здоровья работников от вредных и опасных производственных факторов.

Перспективы развития АСУНО определяются следующими направлениями разработок: дальнейшее повышение надёжности аппаратуры, максимальная централизация контроля с полным охватом всех ПВ, получение полной информации о неисправностях, дистанционная локализация мест возникновения неисправностей и аварий вплоть до неисправности отдельного светильника. Несомненно, что все внедряемые АСУНО будут иметь встроенный учёт расхода электроэнергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Единая система конструкторской документации СХЕМЫ Виды и типы. Общие требования к выполнению Unified system for design documentation. Diagrams. Kinds and types. General requirements for fulfillment // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069439> (дата обращения: 15.02.2022).

2. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ ВНУТРИ ЗДАНИЙ Нормы и методы измерений // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105707> (дата обращения: 10.03.2022).

3. Формирование требований к автоматизированной системе // Studwood URL: https://studwood.net/506321/menedzhment/formirovanie_trebovaniy_avtomatizirovannoy_sisteme (дата обращения: 15.02.2022).

4. Алистратов, Р. А. Анализ существующих автоматизированных систем управления наружным освещением / Р. А. Алистратов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 24 (314). — С. 83-84. — URL: <https://moluch.ru/archive/314/71717/> (дата обращения: 15.02.2022).

5. Групповое управление освещением в городе // КУЛОН URL: <https://www.kulon.su/solutions/group-control-of-lighting-in-the-city/> (дата обращения: 15.02.2022).

6. Контроллер управления наружным освещением КУЛОН-Ц1 // КУЛОН URL: <https://www.kulon.su/products/kontroller-kulon-c1/> (дата обращения: 15.02.2022).

7. Базовая станция РД с технологией LiTouch // КУЛОН URL: https://www.kulon.su/products/modul-upravleniya-bazovaya-stanciya-rd/?sphrase_id=4172 (дата обращения: 15.02.2022).

8. Автоматизация систем освещения: тенденции и прогнозы // МаркетЭлектро URL: <https://marketelectro.ru/content/avtomatizaciya-sistem-osveshcheniya-tendencii-i-prognozy> (дата обращения: 15.02.2022).

9. АСУНО Unilight // Умный город URL: https://unilight.ru/resheniya/asuno-unilight-umnoe-osveshhenie/?utm_source=eLama-yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=ПОИСК%3A+АСУНО&utm_content=cid|67218631|gid|4773073613|aid|11516681736|adp|no|dvc|desktop|pid|35468990066|rid||did|35468990066|pos|premium1|adn|search|crid|0|&utm_term=асуно%20купить&yclid=17101050644521811967 (дата обращения: 16.02.2022).

10. Как можно управлять светом // Dudom URL: <https://dudom.ru/kompjutery/kak-mozhno-upravljat-svetom/> (дата обращения: 16.02.2022).

11. Модуль индивидуального управления светильником // Умный город URL: <https://unilight.ru/oborudovanie/modul-upravleniya-osveshheniem/> (дата обращения: 16.02.2022).

12. Разработка требований к по: общие понятия // антонпискун URL: https://www.antonpiskun.pro/razarabotka-trebovanij-k-po-ponyatiya/#Cto_ze_takoe_trebovanie_Urovni_i_tipu_trebovanij (дата обращения: 16.02.2022).

13. Бизнес-требования. Назначение. Зачем нужны и как их применять. // Biconsult URL: https://biconsult.ru/img/bi_portal/biznes_trebovaniya_naznachenie.pdf (дата обращения: 17.02.2022).

14. Анализ требований к программным системам // Petrsu URL: <https://cs.petrso.ru/~kulakov/courses/requirements/lectures/2.property.pdf> (дата обращения: 17.02.2022).

15. Типовые технические требования к автоматизированной информационной системе цоу (аис «цоу») // Мой бизнес URL: <https://mybiz.dasreda.ru/docs/Технические%20требования%20к%20АИС%20ЦОУ.pdf> (дата обращения: 17.02.2022).

16. Надежность программного обеспечения // Irgups URL: https://sdo2.irgups.ru/pluginfile.php/41173/mod_resource/content/1/Лекция%20№%2011.pdf (дата обращения: 17.02.2022).

17. Общие требования безопасности к технологическим процессам и оборудованию // Студопедия URL: https://studopedia.ru/7_40820_obshchie-trebovaniya-bezopasnosti-k-tehnologicheskim-protsessam-i-oborudovaniyu.html (дата обращения: 18.02.2022).

18. Порядок контроля и приёмки системы // Инфопедия URL: <https://infopedia.su/14x92eb.html> (дата обращения: 20.02.2022).

19. PIC16F62X Однокристальные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microchip Technology Incorporated // StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/1848936/> (дата обращения: 26.02.2022).

20. Микроконтроллеры AVR // Ардуино URL: <https://www.v-ps.ru/arduino/avr.html> (дата обращения: 26.02.2022).

21. ATmega16 Microcontroller // Microcontrollerslab URL: <https://microcontrollerslab.com/atmega16-microcontroller-pinout-programming-features-applications/> (дата обращения: 26.02.2022).

22. Estructura interna del PIC16F877 // Desarrollodeproductoselectronicosdlz URL: <http://desarrollodeproductoselectronicosdlz.blogspot.com/2013/04/estructura-interna-del-pic16f877.html> (дата обращения: 26.02.2022).

23. Фотореле ФР-603 2200ВА IP66 белый IEK // IEK REAL ABILITY URL: https://www.iek.ru/products/catalog/svetotekhnika/upravlenie_osveshcheniem_i_komplektuyushchie/fotorele/fotorele_fr_603_2200va_ip66_belyu_iek (дата обращения: 26.02.2022).

24. Фотореле для уличного освещения MYCN AS-20 // Кулибин URL: https://kulibin.su/catalog/avtomatika/upravlyayushchie-rele/fotorele/-10a_1.html (дата обращения: 27.02.2022).

25. Датчик движения ДД-010 // IEK REAL ABILITY URL: https://www.iek.ru/products/catalog/svetotekhnika/upravlenie_osveshcheniem_i_kom

plektuyushchie/datchiki_dvizheniya/datchiki_dvizheniya_infrakrasnye/datchik_dvizheniya_dd_010_1100vt_180grad_10m_ip44_chernyy_iek (дата обращения: 28.02.2022).

26. Накладной датчик движения 180° // REV URL: <https://rev.ru/catalog/domashnyaya-avtomatizatsiya/datchiki-dvizheniya/nakladnoy-datchik-dvizheniya-180-6/> (дата обращения: 28.02.2022).

27. VK172 GPS VK-172 GMOUSE USB GPS-модуль ГЛОНАСС USB GPS-интерфейс навигация // Aliexpress URL: https://aliexpress.ru/item/32380829076.html?sku_id=58913267242&spm=a2g0o.search.0.0.2d0de77d54AVYp (дата обращения: 01.03.2022).

28. Характеристики Wi-Fi адаптер + Bluetooth Intel Wi-Fi 6 AX200 (AX200.NGWG) // DNS URL: <https://www.dns-shop.ru/product/8c309935b2142eb0/wi-fi-adapter--bluetooth-intel-wi-fi-6-ax200-ax200ngwg/characteristics/> (дата обращения: 01.03.2022).

29. Охрана труда // Studbooks.net URL: https://studbooks.net/2352370/tehnika/ohrana_truda (дата обращения: 05.03.2022).

30. Требования к автоматизированной системе. Структура и содержание документа // Битек URL: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=88> (дата обращения: 15.02.2022).

31. Система стандартов безопасности труда общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 10.03.2022).

32. Средства индивидуальной защиты для электрика // OFaze.ru URL: <https://ofaze.ru/teoriya/sredstva-individualnoj-zashhity> (дата обращения: 10.03.2022).

33. Утилизация компьютерной техники // Siv-blog URL: <https://siv-blog.com/utilizatsiya-kompyuternoj-tehniki/> (дата обращения: 10.03.2022).

34. Заключение // Studwood URL: <https://studwood.net/921770/bzhd/zaklyuchenie> (дата обращения: 11.03.22).

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Техническое задание

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Преподаватель высшей категории

Преподаватель высшей категории

_____ М.Н. Апталаев

_____ М.Н. Апталаев

« » _____ 2022

« » _____ 2022

Автоматизированная система управления наружным освещением
объекта Лысьвенский городской парк имени А.С. Пушкина

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На ____ листах

Действует с 01.01.2022

Разработал студент гр. КСК9-18-1СПО

_____ Биккулов А.С.

« » _____ 2022

Общие сведения

1. Полное наименование системы

Полное наименование: автоматическая система управления наружным освещением.

2. Краткое наименование системы

Краткое наименование: АСУНО.

3. Основания для проведения работ

Работа выполняется на основании учебного плана направления «09.02.01 - информатика и вычислительная техника», профиль: «Компьютерные системы и комплексы» и темы выпускной квалификационной работы, согласованной с доцент и.о. зав. кафедрой ТД ЛФ ПНИПУ, Сошиной Т.О.

4. Заказчик

Заказчик: Парк культуры и отдыха имени А.С. Пушкина

Адрес фактический: г. Лысьва ул. Мира 46

Телефон / Факс: +7 (34249) 3-02-86

5. Разработчик

Разработчик: Биккулов А.С. КСК9-18

Телефон / Факс: +7 9504404765

6. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Работы по созданию ГСЭ сдаются разработчиком поэтапно в соответствии с календарным планом проекта. По окончании каждого из этапов работ разработчик сдает заказчику соответствующие отчетные документы этапа.

Общие требования

Автоматическая система управления наружным освещением (далее Система) должна быть выполнена в виде программно-аппаратным комплекса, состоящего из:

1. Блока управления;
2. Программного обеспечения.

Назначение и цели системы

Автоматизированная система управления наружным освещением (АСУ НО) предназначена для централизованного автоматического управления наружным освещением территории Парка культуры и отдыха имени А.С. Пушкина.

Целью системы являются: снижение энергопотребления на освещение и увеличение комфорта пребывания на объекте во время смены уровня освещения, связанного с природными условиями.

Требования к функциональным возможностям системы

1. Автоматическое включение/выключение объектов освещения в зависимости от поставленных условий;
2. Передача данных об ошибках на объекте.

Технические требования к автоматизированному модулю (контроллеру) управления освещением

Оборудование должно быть сертифицировано, обеспечено гарантийными обязательствами, иметь инструкцию на русском языке, а также соответствовать действующим нормам и стандартам, предъявляемым к каждому типу продукции. Технические требования модуля представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Технические требования

№ п/п	Наименование	Параметры
1	Автоматизированный модуль(контроллер) управления освещением	Предназначен для дистанционного управления наружным освещением, диагностики элементов шкафа управления освещением, съема данных с прибора учета (счетчика электрической энергии)
2	Материал корпуса	Пластик
3	Напряжение питания, В	220
4	Частота питающего напряжения, Гц	50
5	Диапазон рабочей температуры, °С	-40...+50
7	Время наработки на отказ, ч.	Не менее 80 000

Требования к приемке работ по стадиям представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Требования к приёмке работ по стадиям

Стадия испытаний	Участники испытаний	Место и срок проведения	Порядок согласования документации	Статус приемочной комиссии
Предварительные испытания	Организация заказчика и разработчика	На территории заказчика	Выявление недостатков с последующим их устранением	Экспертная группа
Опытная эксплуатация	Организация заказчика и разработчика	На территории заказчика	Проведение опытной эксплуатации	Группа тестирования
Приемочные испытания	Организация заказчика и разработчика	На территории заказчика	Проведение приемочных испытаний	Приемочная комиссия

Требования к документированию

Документация выпускной квалификационной работы будет предоставлена в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Требования к документированию

Этап	Документ
Проектирование. Разработка эскизного проекта. Разработка технического проекта.	Эскизный проект ГСЭ ТЗ для ГСЭ
Разработка рабочей документации. Адаптация программ	Описание системы Программный код системы Схема в EasyEDA/Paint/Visio Руководство пользователя
Ввод в действие	Акт приёмки в эксплуатацию Акт завершения работ

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Программная часть

```
#include <iarduino_GPS_NMEA.h>           // Подключаем библиотеку для
расшифровки строк протокола NMEA получаемых по UART.
#include <iarduino_GPS.h>                 // Подключаем библиотеку для настройки
параметров работы GPS модуля.
#include <SoftwareSerial.h>               // Подключаем библиотеку
последовательного интерфейса
#include <ESP8266WiFi.h>                  // Подключаем библиотеку для работы wi-fi
модуля
#include <ESP8266WebServer.h>            // Подключаем библиотеку для работы
сервера
#include <TinyGPS.h>                      // Подключаем библиотеку для считывания
параметров времени по GPS

/* Настройка модема */
const char* ssid = "NodeMCU";           // SSID
const char* password = "12345678";     // пароль

/* Настройки IP адреса */
IPAddress local_ip(192,168,1,1);
IPAddress gateway(192,168,1,1);
IPAddress subnet(255,255,255,0);

ESP8266WebServer server(80); //Объявляем библиотеку и устанавливаем порт 80

iarduino_GPS_NMEA  gps;                  // Объявляем объект gps для работы
с функциями и методами библиотеки iarduino_GPS_NMEA.
iarduino_GPS SettingsGPS;                // Объявляем объект SettingsGPS для
работы с функциями и методами библиотеки iarduino_GPS.

#define D1 11 //присваиваем 11 пину имя
#define D2 13 //присваиваем 13 пину имя
#define PIN_LED 33 //присваиваем 33 пину имя
#define PIN_MOVEMENT_SENSOR 36 //присваиваем 36 пину имя
#define PIN_PHOTO_SENSOR 37 //присваиваем 37 пину имя
SoftwareSerial wifiSerial(10, 9);       // пины RX, TX для ESP8266

bool DEBUG = true; //показать больше журналов
```

```

int responseTime = 10; //время ожидания

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(PIN_LED, OUTPUT); //установка пина на выход
  pinMode(D1, OUTPUT); //установка пина на выход
  pinMode(D2, INPUT); //установка пина на вход
  pinMode(PIN_MOVEMENT_SENSOR, INPUT); //установка пина на вход
  pinMode(PIN_PHOTO_SENSOR, INPUT); //установка пина на вход
  pinMode(9,INPUT); //установка пина на вход
  pinMode(10,OUTPUT); //установка пина на выход
  pinMode(14,INPUT); //установка пина на вход

  uart_gps.begin(D1); // Запуск приемника UART для GPS

  server.begin(); //запуск сервера

  // Открываем последовательную связь и ждём открытия порта esp8266
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial) {
    ; // ждём подключения последовательного порта
  }
  wifiSerial.begin(115200);
  while (!wifiSerial) {
    ; // ждём подключения последовательного порта
  }
  sendToWifi("AT+CWMODE=2",responseTime,DEBUG); // настройка в качестве
точки
  sendToWifi("AT+CIFSR",responseTime,DEBUG); // получить ip-адрес
  sendToWifi("AT+CIPMUX=1",responseTime,DEBUG); // настроить для
нескольких подключений
  sendToWifi("AT+CIPSERVER=1,80",responseTime,DEBUG); // включить
сервер на порту 80
  Serial.begin(9600); //устанавливаем скорость передачи данных
// Инициуем работу библиотек:
  Serial.begin(9600); // Инициуем работу с аппаратной шиной
UART для вывода данных в монитор последовательного порта на скорости
9600 бит/сек.

```

```

    SettingsGPS.begin(Serial1);          // Иницилируем работу с GPS модулем
по указанной шине UART. Функция сама определит текущую скорость GPS
модуля (вместо аппаратной шины, можно указывать программную).
    gps.begin(Serial1);                 // Иницилируем расшифровку строк NMEA
указав объект используемой шины UART (вместо аппаратной шины, можно
указывать программную).
// Настраиваем работу модуля:
    SettingsGPS.baudrate(9600);        // Устанавливаем скорость передачи
данных модулем и скорость работы шины Serial1 в 9600 бит/сек.
    SettingsGPS.system(GPS_GP, GPS_GL); // Указываем что данные
нужно получать от спутников навигационных систем GPS (GPS_GP) и Glonass
(GPS_GL).
    SettingsGPS.composition(NMEA_RMC); // Указываем что каждый
пакет данных NMEA должен содержать только одну строку и этой строкой
является идентификатор RMC (рекомендуемый минимум навигационных
данных).
    SettingsGPS.model(GPS_PORTABLE);   // Указываем что модуль
используется в портативном устройстве.
    SettingsGPS.updateRate(10);        // Указываем обновлять данные 10 раз
в секунду.

}
void loop() {
// Цикл главной программы - запущен всегда
{
    while(uart_gps.available())
    {
        int c = uart_gps.read();
        if(gps.encode(c))
        {
            getgps(gps);
        }
    }
}
// Данная функция получает данные от GPS модуля и в качестве параметров
семь указателей на переменные: год year, месяц month, день месяца day, часы
hour, минуты minute, секунды second, и сотые доли секунды hundredths
void getgps(TinyGPS &gps)
{

```

```

int year;
float latitude, longitude;
byte month, day, hour, minute, second, hundredths;

gps.f_get_position(&latitude, &longitude);
gps.crack_datetime(&year, &month, &day, &hour, &minute, &second,
&hundredths);
hour = hour + timeoffset;

// Читаем данные: //
gps.read(D2);
int val = analogRead(PIN_PHOTO_SENSOR); //считываем значение с датчика
света
delay(3000); //задержка 3с
int val1 = analogRead(PIN_MOVEMENT_SENSOR); //считываем значение с
датчика движения
delay(3000); //задержка 3с
Serial.println(val); //выводим данные с аналогового порта
if ((hour >=2) && (hour <=5) && (val < 700) &&
(analogRead(PIN_MOVEMENT_SENSOR) == HIGH )) { //устанавливаем
условие на срабатывание устройства, время с 2 до 5 часов, темно и есть
движение
digitalWrite(PIN_LED, HIGH); //если условия выполняются, то на реле
подаётся сигнал
}
if ((hour >=5)&& (hour <=2)&& (val < 700)) { //установка условия на
срабатывание, время с 5 до 2, темно
digitalWrite(PIN_LED, HIGH); //если условия выполняются, то на реле
подаётся сигнал
}
else {
digitalWrite(PIN_LED, LOW);
}
server.handleClient(); //выполняем запрос на сервер
if(analogRead(false)) {
client.print(gps.read(D2))
}
}
}
}

```