

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

Кафедра

вычислительной техники

«Вычислительная техника»

Специальность: 09.05.01 «Применение и эксплуатация
автоматизированных систем специального
назначения»

Специализация: «Эксплуатация вычислительных машин, комплексов,
систем и сетей специального назначения»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

Система интеллектуального освещения жилого помещения

Студент

О.Ф. 30.06.20
(подпись, дата)

Ожегов Федор Дмитриевич
(ФИО полностью)

Руководитель

З.И. 30.06.20
(подпись, дата)

Захаров С.М.
(фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр

К.И.
(подпись, дата)

Кучин А.В.
(фамилия, инициалы)

Рецензент

В.И. 30.06.20
(должность, место работы) (подпись, дата)

Печерский С.В.
(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 10.06.2020 г. № 13)

Заведующий кафедрой

М.А.
(подпись)

М.А. Митрохин
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от 19.06.2020 № 12)

Секретарь ГЭК

Е.И.

Е.И. Гурин

Пенза 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет

Вычислительной техники

Кафедра

Вычислительная техника

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
 М.А. Митрохин
«30» апреля 2020 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

1. Ожегов Федор Дмитриевич гр. 15BO2 факультета вычислительной техники.

2. Тема работы: «Система интеллектуального освещения жилого помещения».

Тема утверждена приказом ПГУ № 0335а/о от 30.04.2020

3. Руководитель работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Захаров С.М.

4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.).

Система предназначена для управления освещением внутри помещения.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов.

Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав системы, разработать устройство автоматического освещения, разработать интеллектуальную систему освещения жилого помещения. Система должна осуществлять дистанционное управление осветительными приборами в жилом помещении. В технологической части необходимо представить элементную базу, на которой разрабатывалась система интеллектуального освещения жилого помещения. Также выполнить задание по БЖД и экономике.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ предметной области	85	10.02.2020- 20.02.2020	
2.	Разработка устройства автоматического освещения, а также шаблонов	95	21.02.2020- 03.03.2020	
3.	Разработка системы интеллектуального освещения жилого помещения	180	04.03.2020- 25.03.2020	
4.	Расчет экономической части	95	26.03.2020- 05.04.2020	
5.	Исправление ошибок при проектировании прототипа системы	204	06.04.2020- 06.05.2020	
6.	Оформление дипломной работы	205	07.05.2020- 02.06.2020	

Дата выдачи задания 30 «апреля» 2020 года.

Руководитель дипломного проекта З.б. 30.04.20 Захаров С.М.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент Ож. 30.04.20 Ожегов Ф.Д.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета Л.Р. Фионова Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 97 листов, 45 рисунков, 37 таблиц, 12 источников, 5 приложений.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ,
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК,
АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ, ДИСТАНЦИОННОЕ
УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ, СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧНЫЙ ДОМ.

Объектом исследования является реализация прототипа системы интеллектуального освещения жилого помещения, позволяющего автоматизировать освещение многоквартирных домов и частных (коттеджей).

Цель работы – разработка системы интеллектуального освещения, включающей в себя:

- применение управляемых светодиодных светильников с режимом энергосбережения;
- автоматизированное, дистанционное управление светильниками, исходя из показателей освещенности;
- разработку и внедрение в систему устройства автоматического освещения с низким потреблением электроэнергии;
- разработку алгоритма работы системы интеллектуального освещения.

В результате проведённой работы разработана система интеллектуального освещения жилого помещения.

					ПГУ 1.090501.11.001 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система интеллектуального освещения жилого помещения			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Ожегов Ф.Д.								
Провер.		Захаров С.М.							2	93
Н. Контр		Кучин А.В.						ФВТ, каф. ВТ гр.15В02		
Реценз.		Печерский С.В.								
Утверд.		Митрохин М.А.								

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1 КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ	5
1.1 Сравнительный анализ аналогов	5
2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	16
2.1 Основание для разработки	16
2.2 Назначение разработки.....	16
2.3 Требования к системе	16
2.3.1 Требования к функциональным характеристикам	16
3 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	18
3.2 Обзор аналогов устройства автоматического освещения.....	20
3.3 Общий обзор устройства	24
3.4 Разработка электрической принципиальной схемы	25
3.5 Анализ элементной базы	25
3.5.1. Перечень элементов	25
3.5.2. Используемые датчики	28
3.6 Описание работы устройства.....	30
4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	32
4.1 Описание системы.....	32
4.2 Разработка структурной схемы системы	32
4.3 Выбор элементов системы	35
4.4 Описание сервера управления системы.....	44
4.5 Построение системы интеллектуального освещения девятиэтажного двухподъездного дома	46
4.6 Построение системы освещения частного дома	50

4.7 Разработка алгоритма системы управления освещением	51
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ	53
5.1 Введение.....	53
5.2 Расчет затрат на разработку системы.....	54
5.3 Расчет стоимости разработанной системы освещения девятиэтажного здания	56
5.3.1 Расчет стоимости разработки устройства автоматического освещения.....	61
5.3.2 Расчет стоимости системы.....	62
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО МЕСТА РАЗРАБОТЧИКА.....	65
7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	78
ПРИЛОЖЕНИЕ	85
Приложение А Электрическая структурная схема	85
Приложение Б Электрическая принципиальная схема	87
Приложение В Перечень элементов.....	89
Приложение Г Алгоритм.....	92
Приложение Д Презентация.....	94

ВВЕДЕНИЕ

В реалиях современного мира важную роль играют технологии интеллектуальных компьютерных систем и автоматизация домашней электроники. Ограниченный энергоресурс и тенденции растущего экологического сознания дают толчок к повышению эффективности и развитию систем интеллектуального управления. Они становятся адаптивны и способны полностью соответствовать образу жизни человека [1].

Встроенные системы на основе микрокомпьютеров повсеместно развиваются и постепенно внедряются, позволяя применять современные методы автоматизации и управления в системах. Данное применение ярко отражено в интеллектуальных системах освещения. Значительное уменьшение потребления энергии за счет адаптивности данных систем при изменении внешних условий — есть главное их отличие от традиционных классических систем освещения.

На сегодняшний день «умные» системы освещения помогают не только радикально сократить потребление энергии (до 90% по сравнению с традиционными), но и обладают рядом других преимуществ. Встроенная, программно обеспеченная, реализованная «интеллектуальность» системы функционирует согласно алгоритму, заданному пользователем. «Умные» системы освещения взаимодействуют с полностью интегрированными компонентами дабы обеспечить максимум функциональности при минимальном энергопотреблении [2].

В нашей стране насчитывается множество различных фирм и компаний, работающих со светотехникой, и в продаже с каждым годом появляется масса осветительных компонентов, позволяющих реализовывать обширный спектр функционала. За последнее время

шагнули вперед разработки в сфере светодиодного освещения. Неудивительно, ведь потребление электроэнергии у светодиодов намного меньше чем у обычных ламп, а кроме того, они долговечнее и надежнее ламп накаливания и люминесцентных ламп. Возможность сочетать светодиоды с люминофорами позволяет получить белый свет, а световая эффективность современных светодиодов уже достигла 160 лм/Вт, что позволяет им превзойти натриевые лампы высокого давления с их световой отдачей 140-150 лм/Вт — самые эффективные источники света из категории традиционных.

Наряду с этим активно развиваются приемопередающие устройства радиочастотных диапазонов с малыми габаритами, системы сотовой связи и интерфейсов проводной связи типа RS-485. Это позволяет в разы повысить эффективность учета потребления энергии и энергоресурсов.

При создании интеллектуальной системы освещения с функцией энергосбережения необходимы организационные и технические мероприятия, такие как применение источников света с повышенной световой отдачей, а также оборудования, включающего и выключающего светильники в автоматическом режиме при заданных условиях. Исходя из назначения и специфики использования помещения, данные мероприятия дополняют друг друга или способны реализовываться самостоятельно. За счет применения автоматических выключателей освещения, экономия оценивается по отношению ожидаемого времени горения управляемых светильников ко времени включения искусственного освещения при отсутствии выключателей [3].

Темой дипломного проекта является система интеллектуального освещения жилого помещения. Система ориентируется на энергосбережение и автоматизированную работу путем использования управляемых светодиодных светильников и устройства управления

освещением.

Система должна реализовывать в себе функции дистанционного управления осветительными приборами. Это даст возможность регулировать уровень освещенности и обеспечит поддержание искусственной освещенности на заданном уровне с учетом естественной освещенности. Применение беспроводных линий связи поможет значительно снизить затраты на прокладку кабельных соединений. Система должна иметь возможность работать в нескольких режимах (ручном, автоматическом, дежурном, смешанном) с учетом времени, присутствия либо отсутствия людей в помещении, расписания работы.

Система интеллектуального освещения позволит автоматизировать процесс освещения в помещении, достигнуть низкого уровня энергозатрат на освещение, сократить количество вредных веществ от традиционных люминесцентных ламп. Операторы, обслуживающие систему, смогут тратить меньше времени на детектирование различных неисправностей, вышедших из строя компонентов, по средствам наличия управляющего компьютера и устройств сбора данных.

1 КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

1.1 Сравнительный анализ аналогов

На данный момент рынок решений в области систем интеллектуального освещения представлен как отечественными компаниями, так и зарубежными аналогами.

В качестве примера для рассмотрения наиболее типичных решений были выбраны 3 системы интеллектуального управления освещением на рынке умного освещения в жилом секторе: Philips Hue, ИнтеРОС и Noolite [6].

Пионером в области смарт-освещения стала компания Philips, которая вывела на рынок свой первый LED-драйвер. На данный момент компания представляет экосистему «умных» ламп и светильников под названием Phillips Hue. Система включает в себя набор светодиодных ламп Philips Hue White and Color Ambiance, пульт дистанционного управления Philips Hue Dimmer, блок управления Philips Hue Bridge, портативный автономный светильник Philips Hue Go, пара светильников Philips Hue Play, которые способны синхронизировать освещение с музыкой или изображением на телевизоре (рисунок 1.1). Преимущество системы из набора данных компонентов в том, что она совместима с большим количеством платформ «умного дома», таких как Яндекс или Elari.



Рисунок 1.1 — Система интеллектуального освещения Philips Hue

Система Philips Hue работает через сеть Wi-Fi и ZigBee шлюз — это энергоэффективный и нетребовательный к ресурсам протокол, обеспечивающий большую площадь покрытия и помехоустойчивость. Компонент системы Philips Hue Bridge служит своего рода «мостом» для выхода в Wi-Fi сеть и управления системой через смартфон или удаленно. 3 управляемые светодиодные лампочки Philips Hue White and Color Ambiance служат устройствами освещения. Компонент Philips Hue Dimmer представляет собой пульт дистанционного управления для активации предустановленных режимов освещения, и регулировки яркости. Philips Hue Go — портативный светильник со встроенным аккумулятором, выступает в роли переносной управляемой лампы. Пара светильников Philips Hue Play синхронизируются с монитором ПК или телевизора и выполняют функцию эргономичной подсветки (рисунок 1.1). Основным преимуществом данной системы является возможность удаленного управления различными

способами через различные сервисы: Amazon Alexa, Google Assistant, Microsoft Cortana , «Умный дом Яндекс», а также простота и многообразие настроек освещения.

Система ИнтеРОС представляет собой интеллектуальную распределенную осветительную систему, созданную в России. В ней представлен разработанный интеллектуальный алгоритм управления осветительными (и любыми другими электрическими) приборами в зависимости от движения людей, времени суток, состояния окружающей среды (освещенность, температура, влажность) и выбранного режима работы. Основное назначение системы — комфортное управление освещением в жилом помещении. ИнтеРОС позволяет обойтись без выключателей освещения, включая свет только там, где должен находиться человек и только в темное время суток. Свет включается там, куда входит человек и сопровождает его на протяжении перемещения по зданию.

В ходе установки системы помещение разбивается на зоны, которые определяются его геометрическими особенностями и количеством светильников. При появлении человека в одной из зон, включается вспомогательное освещение в этой зоне, а по мере продвижения происходит плавное включение вспомогательных источников освещения на меньшую яркость, дабы обеспечить психологически комфортное движение (рисунок 1.3). Таким образом, создается эффект движения человека в световой волне. После прекращения движения освещение плавно гаснет и система переходит в исходное состояние (рисунок 1.3).

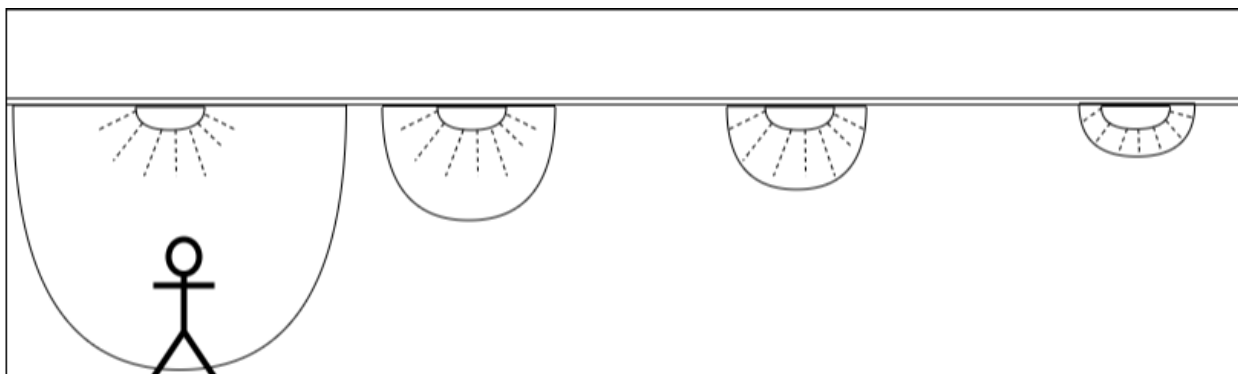


Рисунок 1.2 — Модель освещения системы ИнтеРОС в начале движения

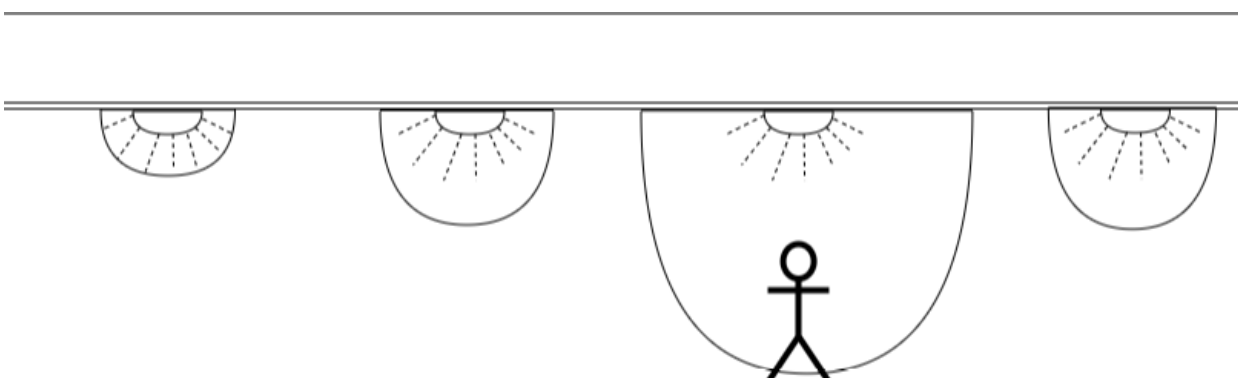


Рисунок 1.3 — Модель освещения системы ИнтеРОС в конце движения

Система состоит из нескольких модулей, к каждому из которых могут подключаться светильники и любая другая нагрузка. В состав типового модуля входят:

- блок питания;
- основная плата;
- плата расширения (до 8 штук)
- управляющее многофункциональное емкостное бесконтактное устройство (УМ).

К основной плате модуля подключаются основные датчики:

- датчик движения;
- датчик уровня освещенности;
- датчик влажности;

- датчик температуры.

А так же система имеет возможность подключать любые другие датчики от простейших кнопок и управляющих контактов, до датчиков дыма и наличия газа.

УМ позволяет более гибко изменять режим работы как отдельного модуля, так и системы в целом. Устройство управляется с любого дистанционного пульта, а так же отображает состояние системы подсветкой на корпусе.

Платы расширения служат для подключения светильников и любой другой нагрузки, которая будет включаться по сигналам от датчиков или управляющих устройств, в соответствии с программой. Схема соединения компонентов системы представлена на рисунке 1.4.

Система работает под управлением специального программного обеспечения по алгоритму «высокого уровня». Изменения в работе алгоритма могут быть внесены до его установки, или в процессе эксплуатации, при помощи ПК, подключаемого через интерфейс «486» к любому модулю системы.

Алгоритм «интеллект» - уникальный метод оптимизации времени между началом движения и включением основного освещения, а так же временем отключения освещения при завершении движения. Алгоритм можно настроить в сторону повышенной экономии энергоресурсов, или в сторону повышенного комфорта при освещении.

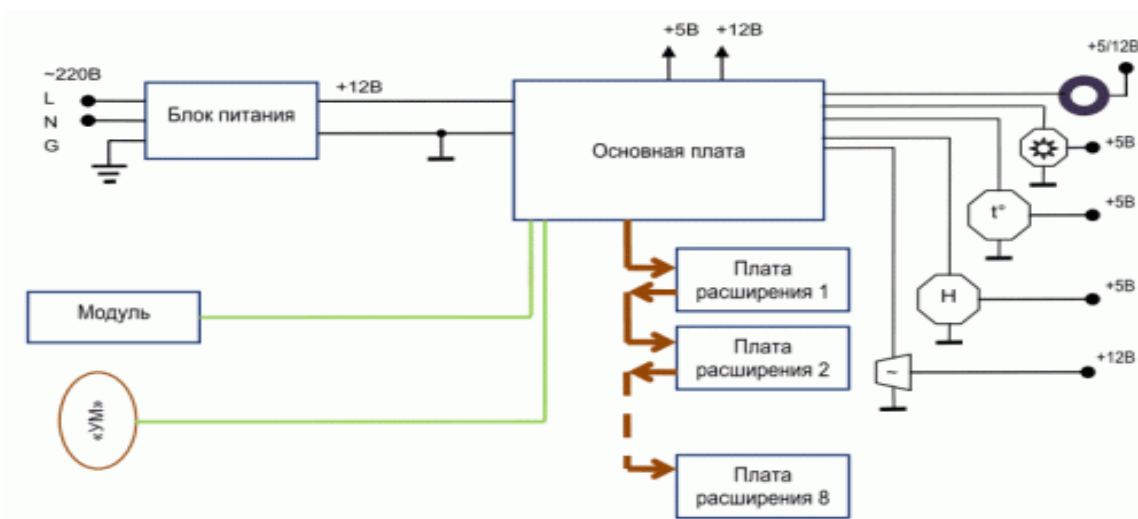
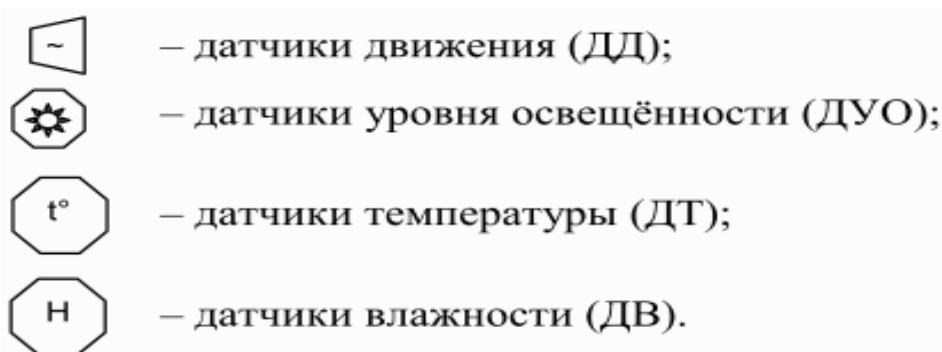


Рисунок 1.4 — Соединение компонентов системы ИнтеРОС

Преимуществом представленной системы является наличие уникальных алгоритмов, позволяющих экономично и рационально использовать осветительные приборы, а так же модульная конструкция системы, которая позволяет вносить изменения в работу алгоритма определенного модуля, не прерывая процесс функционирования системы в целом.

Белорусская система управления освещением Noolite от фирмы Ноотехника – еще один пример качественного инженерного решения в области работы с осветительным оборудованием. Представленная компания разрабатывает и выпускает электронные устройства для управления освещением и электроприборами с 1997 года. Системы Noolite зарекомендовали себя надежными и технологичными, поэтому задействованы во многих культурных, исторических и современных

объектах на территории республики Беларусь.

На сегодняшний день компания обслуживает такие объекты как :

- Национальный Художественный Музей Республики Беларусь;
- Музей истории Великой Отечественной войны в городе Минск;
- здание отеля «Марриотт» в городе Минск и тд.

Система Noolite способна дистанционно управлять осветительными приборами и любой другой нагрузкой по средствам радиоканала. Приборы данной системы подразделяются на две категории:

- управляющие устройства;
- исполнительные устройства.

Управляющие устройства служат для передачи по радио команд управления для исполнительных устройств. Они включают в себя пульты-радиопередатчики и РС-адаптеры.

Пульты-радиопередатчики делятся на два типа: стационарные и носимые.

Стационарные пульты имеют один или несколько уникальных адресов, привязанных к исполнительным устройствам. Они имеют схожий вид с привычным настенным выключателем, отличающиеся лишь тем, что их можно закрепить в любом удобном месте без прокладки к ним проводов (рисунок 1.5).

Носимые пульты имеют аналогичное применение, но с удобством, что пульт можно переносить (рисунок 1.6).



Рисунок 1.5 — Вид стационарного пульта-радиопередатчика



Рисунок 1.6 — Вид носимого пульта-радиопередатчика

РС-адаптеры предназначены для управления освещением при помощи ПК. Это расширяет возможности системы, позволяя управлять любыми видами силовых блоков и составлять сценарии управления различной сложности. Так же при помощи компьютера задается алгоритм управления по времени и работа по информации, поступающей с датчиков. Вид адаптера представлен на рисунке 1.7.

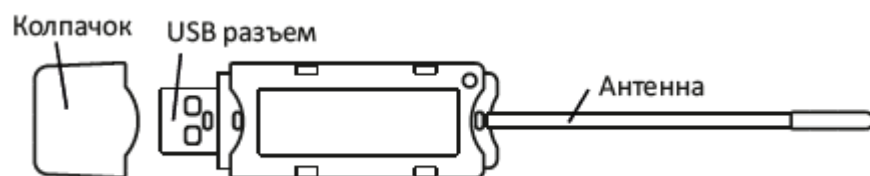


Рисунок 1.7 — Вид PC-адаптера

Исполнительные устройства включают в себя радиоуправляемые выключатели и светодиодные контроллеры и служат для приема, обработки, декодирования радиокоманд с управляющих устройств.

Радиоуправляемые выключатели подразделяются на четыре категории:

- SN, для ламп накаливания, точечных и линейных галогенных ламп мощностью 220 В, галогенных ламп мощностью 12 В с регулировкой яркости;

- ST, для галогенных ламп мощностью 12 В, питающихся через электронный трансформатор с регулировкой яркости;

- SL, для люминесцентных энергосберегающих ламп без регулировки яркости;

- SD, для светодиодных лент и ламп постоянного тока мощностью 12 В, с регулировкой яркости.

Внешний вид выключателя представлен на рисунке 1.8.

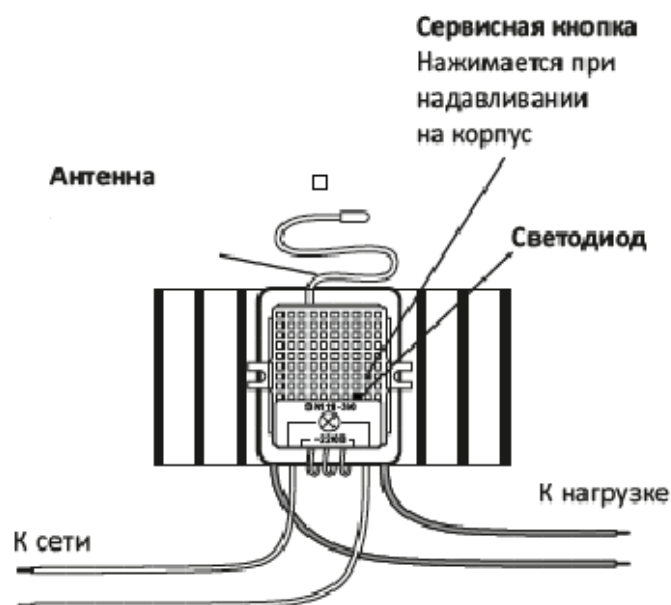


Рисунок 1.8 — Вид радиоуправляемого выключателя

Светодиодные контроллеры служат для управления светодиодными лентами и модулями светодиодов на 12 В. Они отвечают за включение/выключение, регулировку яркости и работу в составе сценария освещения. Внешний вид представлен на рисунке 1.9.

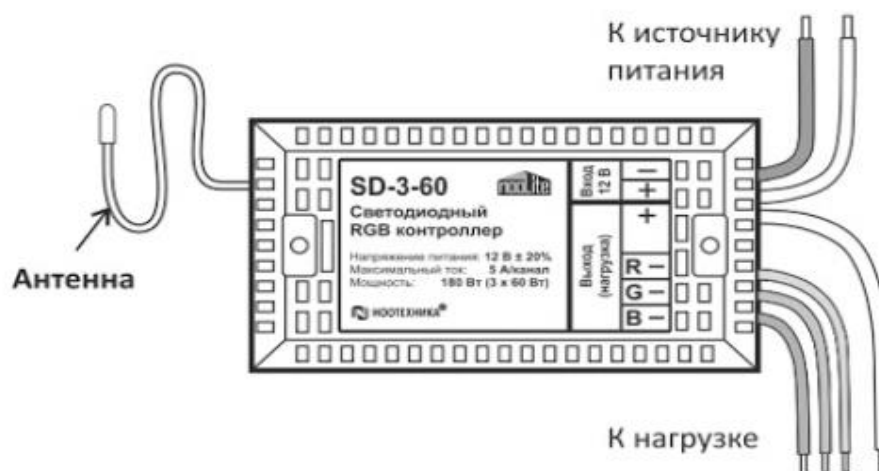


Рисунок 1.9 — Вид светодиодного контроллера

В качестве преимуществ представленной интеллектуальной системы

управления освещением Noolite можно выделить: высокую степень надежности системы, качественное исполнение управляющих и исполнительных устройств, удобство взаимодействия между системой и человеком.

Таким образом, исходя из анализа рассмотренных систем интеллектуального освещения, следует выделить некоторые ключевые особенности развития таких систем:

- представленные системы в основном используют связь между компонентами и подачу управляющих сигналов по средствам радиоканалов, что добавляет экономию на прокладке кабельных линий соединения;
- большинство систем адаптированы под внешние условия — наличие движения в зоне контроля, интенсивность перемещений в контролируемой области. Все системы являются полностью автономными, однако обеспечивается оперативное отслеживание и устранение возникающих неполадок;
- разрабатываемые системы по большей части используют компоненты освещения на основе светодиодов, что играет важную роль в улучшении энергоэффективности.

Исходя из рассмотренных примеров и согласно приведенным в них трендам возможно проектирование системы интеллектуального освещения, обладающей актуальными на сегодняшний день требованиям и превосходящей аналоги по характеристикам.

2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

2.1 Основание для разработки

Проект на разработку системы интеллектуального освещения жилого помещения разрабатывается на основании задания на дипломное проектирование, выданного к.т.н., доцентом кафедры ВТ Захаровым С.М. и утвержденного заведующим кафедрой ВТ Митрохиным М.А.

2.2 Назначение разработки

Система интеллектуального освещения жилого помещения предназначена для реализации функций энергосбережения, дистанционного и автоматизированного управления освещением, а так же достижения экономического эффекта.

2.3 Требования к системе

2.3.1 Требования к функциональным характеристикам

Разрабатываемая система интеллектуального освещения жилого помещения должна реализовать следующие функции:

– энергосбережение:

- 1) применение управляемых светодиодных светильников с энергосберегательной функцией;
- 2) управление осветительными приборами по критерию присутствия;
- 3) автоматическое управление потреблением светильников, исходя из освещенности;

4) управление «по расписанию» при помощи сервера.

– дистанционное управление освещением:

- 1) связь между компонентами по беспроводному интерфейсу (радиоканалу);
- 2) связь между компонентами системы по проводному интерфейсу RS485.

– обеспечение сбора информации со счетчиков:

- 1) применение устройств сбора и передачи информации;
- 2) подбор устройств сбора и передачи информации с единым унифицированным протоколом;
- 3) использование счетчиков с импульсным выходом.

– управление параметрами производимого освещения:

- 1) изменение яркости освещения;
- 2) регуляция режимов местного управления освещенностью.

3 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

3.1 Понятие и принципы управления освещением

Автоматизированные системы, предназначенные для управления освещением в жилых помещениях, выполняют следующие функции:

1. Поддержание искусственной освещенности в помещении на определенном уровне. Достигается за счет наличия внутри помещения фотоэлемента, который контролирует освещенность, создаваемую осветительной установкой.

2. Контроль уровня естественной освещенности в помещении. Осуществляется также при помощи фотоэлемента, при условии, что он отслеживает помимо искусственной освещенности еще и естественную освещенность.

3. Учет даты и времени суток. Для реализации система должна включать в себя часы реального времени.

4. Учет присутствия людей в помещении. Реализация включения осветительных приборов по датчикам движения и сигналам таймера.

5. Дистанционное управление осветительной установкой. Присутствует из-за простоты собственной реализации на базе электроники системы управления. Помимо этого, добавляет удобство при управлении осветительной установкой.

Системы автоматического управления освещением подразделяются на:

- локальные;
- централизованные;

- комплексные.

Локальные системы управления освещением как правило не требуют монтажа лишней проводки, часто и вовсе обходясь без прокладки проводов. Их конструкция представляет собой малогабаритные корпуса, часто размещаемые непосредственно на осветительном приборе. Датчики локальных систем — один, встроенный в корпус прибор. Несмотря на это, локальные системы обладают множеством недостатков, в ряде которых:

- ограниченное количество приборов освещения и управляющих устройств, а для каждой группы светильников необходим отдельный кабель управления;
- отсутствие временного управления освещением;
- система не способна к расширению в случае необходимости.

Более подходящими под термин «интеллектуальные» являются централизованные системы автоматического управления освещением. Построенные на основе микропроцессоров, они способны одновременно управлять значительным числом осветительных приборов. Более того, такие системы способны к взаимодействию с другими системами здания: телефонной сетью, системой безопасности и тд. Преобразование управляющих сигналов происходит в центральном узле системы, что дает дополнительные возможности ручного управления освещением. Главный недостаток централизованных систем — уязвимость информации и настроек системы. Так как все преднастроенные параметры хранятся в центральном контроллере, то в случае выхода его из строя потребуются полная перенастройка всей системы целиком.

В комплексных же системах управления освещением устранены все недостатки, представленные в первых двух системах. Они способны управлять освещением не только в целом здании, но и в комплексе зданий,

благодаря своей многоуровневой конструкции. Данные системы существенно дороже в исполнении, зато обладают низким сроком окупаемости, за счет снижения эксплуатационных затрат.

Автоматизированные системы управления освещением делятся на три класса:

1. СУО светильника - простая в исполнении система, являющаяся составной частью светильника и способная управлять одним или группой рядом расположенных светильников.

2. СУО помещения — система, управляющая несколькими группами светильников в одном или нескольких помещениях.

3. СУО здания — обширная система с компьютеризированным оснащением, охватывающая собой системы здания или группы зданий.

3.2 Обзор аналогов устройства автоматического освещения

Беспроводной выключатель освещения ИКП «Феникс» состоит из беспроводного инфракрасного датчика движения ИКД-1Р и силового модуля СБЗ-СР. Компоненты представлены на рисунках 3.1 и 3.2



Рисунок 3.1 — Вид силового блока СБ3-СР



Рисунок 3.2 — Вид инфракрасного датчика движения ИКД-1Р

Оборудование предназначено для управления освещением в жилых помещениях по критерию присутствия в них людей. Беспроводные инфракрасные датчики передают управляющий сигнал по частоте 433 МГц на приемники силовых модулей. Те, в свою очередь, на основе управляющего сигнала и выбранного режима работы осуществляют управление подключенными к ним осветительными приборами или любой другой нагрузкой. Перед установкой датчиков движения, они регистрируются в управляющем силовом модуле. В одном модуле может быть

зарегистрировано до 7 датчиков движения. Технические характеристики компонентов представлены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 — Технические характеристики компонентов ИКП «Феникс»

Оборудование	Параметр	Значение
Силовой блок СБЗ-СР	Напряжение питания и частота	187-242 В, 50 Гц
	Ток потребления	Не более 40 мА
	Номинальный ток нагрузки	4,5 А
	Коммутируемое напряжение	187-242 В
	Задержка выдачи сигнала на отключение	От 2 с до 10 мин
	Управляющий сигнал	Радиоинтерфейс
	Расстояние до датчика (максимальное)	До 30 м
Датчик движения ИКД-1Р	Зона обнаружения	Объемная
	Максимальная дальность обнаружения	18 м
	Напряжение элемента питания	3 В

Оборудование ИКП «Феникс» выпускается по техническим условиям БФЮК.423141.001 и имеет сертификат соответствия РОСС RU.МЛ03.В00976.

Включение СБЗ-СР в сеть происходит с учетом имеющихся на нем обозначений: «L» - фаза, «N» - ноль, «В» - нагрузка. Схема подключения представлена на рисунке 3.3.

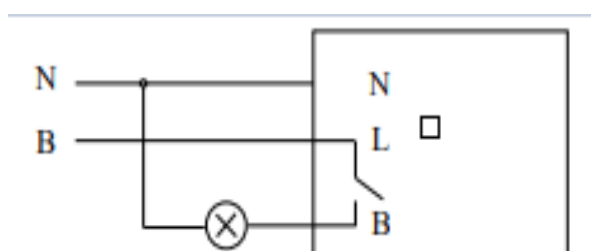


Рисунок 3.3 — Схема подключения силового блока СБЗ-СР

На корпусе силового блока расположен регулятор установки времени задержки, а также три кнопки управления: «Сброс», «Блок.ДО» и «Уст». Параллельно кнопкам находятся три светодиода индикации. Модуль имеет три режима работы: «Работа», «Стирание» и «Регистрация». В соответствии с каждым режимом силовой блок обеспечивает:

- регистрацию датчика;
- удаление датчика;
- установку времени задержки отключения нагрузки;
- контроль освещенности в помещении;
- проверку состояния элементов питания датчиков.

Таким образом, ознакомившись с характеристиками и принципами работы типового устройства автоматического освещения, возможно и

целесообразно проектирование собственного устройства, которое не будет уступать по характеристикам и функционалу.

3.3 Общий обзор устройства

Разрабатываемое устройство автоматического освещения построено на акустическом и фотоэлектрическом датчиках, так как это наиболее целесообразно для автоматизированного освещения малопроходимых зон жилого помещения. Прибор включается при отсутствии освещения и при обнаружении шумов от перемещения человека.

Принцип работы прибора основан на том что акустические и оптические возмущения формируют сигналы управления на промежуточных узлах путем воздействия на датчики. Далее, в случае наличия сигнала на обоих промежуточных узлах, происходит формирование основного сигнала, питающего источник освещения. В данном режиме освещения малопроходимых зон происходит значительная экономия энергии. Структурная схема устройства представлена на рисунке 3.4.

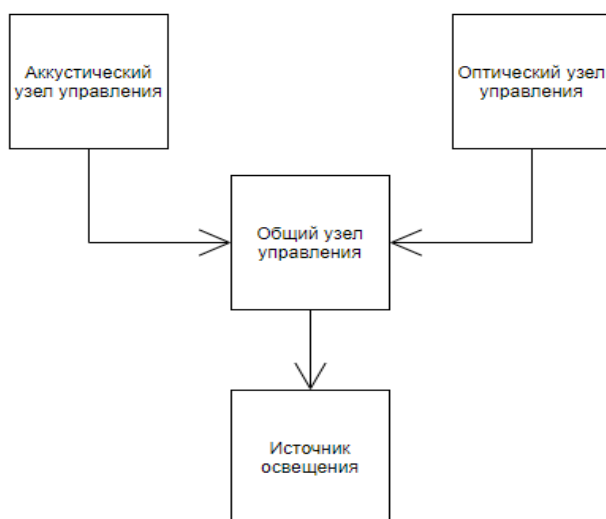


Рисунок 3.4 — Структурная схема устройства автоматического освещения

3.4 Разработка электрической принципиальной схемы

Схема электрическая принципиальная устройства автоматического освещения приведена на чертеже ЭЗ и на рисунке 3.5.

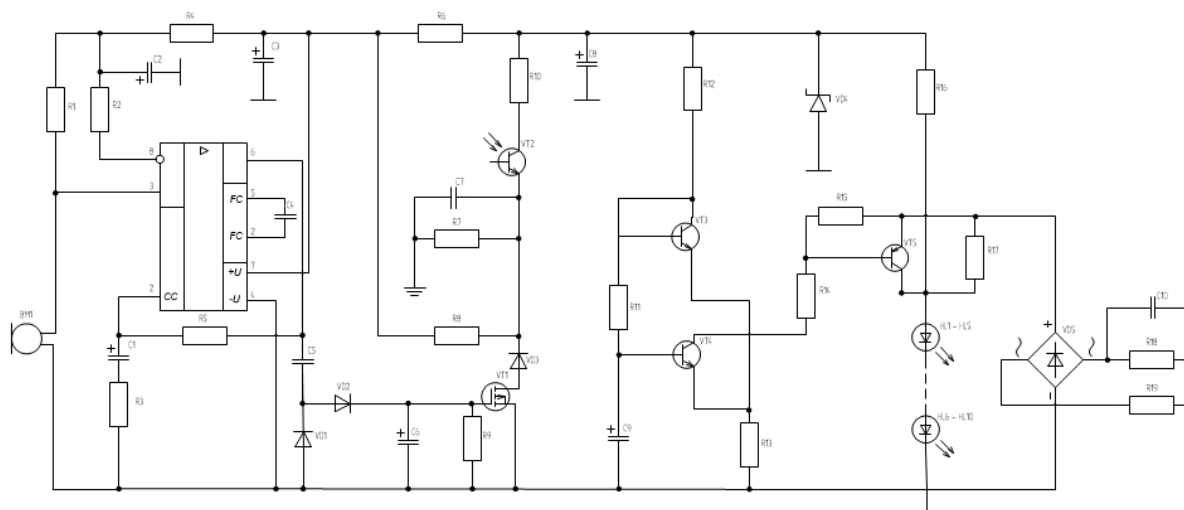


Рисунок 3.5 — Схема электрическая принципиальная устройства автоматического освещения

3.5 Анализ элементной базы

3.5.1. Перечень элементов

При проектировании прибора автоматического освещения был использован ряд различных радиокомпонентов, перечисленных ниже.

Программируемый малощумящий операционный усилитель типа К1407УД2, выполненный на биполярных транзисторах с изоляцией элементов р – n перехода, обладает электрическими параметрами, представленными в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Электрические параметры операционного усилителя
КП1407УД2

Наименование	Электрические параметры
Номинальное напряжение питания	12 В
Ток потребления	60 мкА
Максимальное выходное напряжение	11 В
Напряжение смещения	0,5 мВ
Скорость нарастания выходного напряжения	1 В/мкс
Частота единичного усиления	5 МГц
Разность входных токов	25 нА
Входной ток	110 нА
Коэффициент усиления напряжения	7×10^4
Коэффициент ослабления синфазных входных напряжений	100 дБ

Металлопленочные лакированные теплостойкие резисторы или резисторы МЛТ типа, так как последующая эксплуатация прибора не подразумевает наличия высоких требований по климатическим условиям, а все устройства будут размещены в помещении. Сведения о параметрах резисторов представлены в таблице 3.2

Таблица 3.2 — Электрические параметры резисторов

Номер резистора	Номинал (Ом)
R1	10 кОм
R2	10 кОм
R3	10 кОм
R4	10 кОм
R5	10 кОм
R6	300 Ом
R7	300 Ом
R8	300 Ом
R9	300 Ом
R10	300 Ом
R11	300 Ом
R12	300 Ом
R13	300 Ом
R14	10 кОм
R15	10 кОм
R17	10 кОм
R18	10 кОм
R19	10 кОм

Конденсаторы: C5 — пленочный (емкость 1 мкФ), C7 — типа КМ5 (емкость 0.22 мкФ), C10 — типа К73 (емкость 0.47 мкФ).

Сведения о параметрах электролитов, представлены в таблице 3.5.1.3

Таблица 3.3 — Электрические параметры электролитов

Номер электролита	Емкость (в Фарадах)	Рабочее напряжение (Вольт)
C1	2.2 мкФ	10 В
C2	100 мкФ	10 В
C3	470 мкФ	16 В
C4	3300 мкФ	10 В
C6	47 мкФ	20 В
C8	470 мкФ	16 В
C9	1 мкФ	5.3 В

Транзисторы : VT2 (типа КП501А), VT3 (типа КТ3102Д), VT4 (типа КТ940А), VT5 (типа КТ851Б).

В схеме также присутствуют диоды : VD1 (типа КД521А), VD2 (типа КД521А), VD3 (типа КД521А). Имеется стабилитрон VD4 (типа КС510А) и диодный мост VD5 (типа DB106).

Также в качестве источника освещения присутствуют светодиоды Н11 - Н15 и Н16 – Н10 типа L1513SRC/F и L1513SGC.

Перечень элементов также представлен на чертеже ПЭЗ.

3.5.2. Использованные датчики

Роль датчиков в схеме выполняет фототранзистор VT1 типа НРТВ1-48В и электретный микрофон ВМ1, использующий в качестве неподвижной

обкладки конденсатора и источника постоянного напряжения пластину из электрета, что позволяет дольше сохранять поверхностный заряд.

Параметры фототранзистора VT1 представлены в таблице 3.4

Таблица 3.5.2.1 — Электрические параметры фототранзистора

Параметр	Значение
Средняя рассеиваемая мощность	150 мВт
Зона чувствительности	0.19 мм
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	10 В
Максимальное напряжение эмиттер-коллектор	5 В
Рабочий диапазон температур	От -40 до +85 °С
Ток коллектора	0.5 нА
Ток коллектора (в затемненном режиме)	100 нА
Диапазон чувствительности длин волн	500 – 1100 нМ

Угол обзора фототранзистора представлен на рисунке 3.5

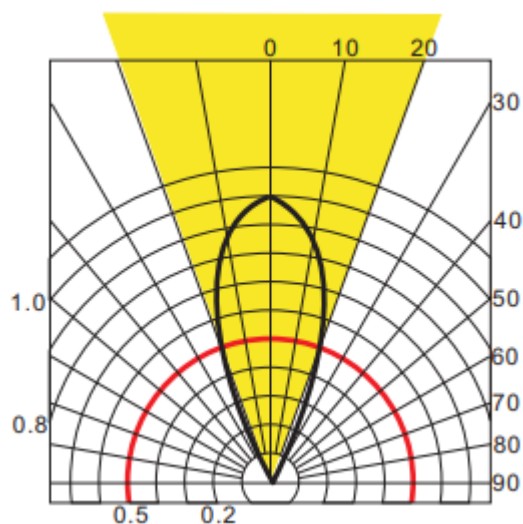


Рисунок 3.5 — Угол обзора фототранзистора

Чувствительность фототранзистора представлена на рисунке 3.6

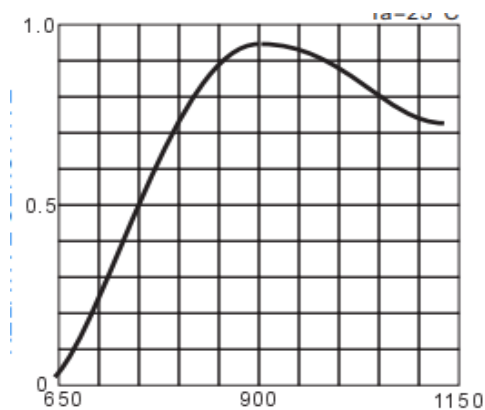


Рисунок 3.6 — Чувствительность фототранзистора

3.6 Описание работы устройства

Устройство автоматического освещения работает от источника питания, с переменным напряжением 220 В. На стабилитроне VD4 формируется напряжение 10 В, необходимое для питания узла управления

устройства, а в момент когда транзистор VT5 закрыт, питание узла происходит за счет резистора R17. Резистор R19 включен в схему через диодный мост VD5, для того чтобы уменьшить броски питающего напряжения.

Операционный усилитель DA1 усиливает акустический сигнал, полученный с микрофона BM1, а коэффициент усиления определяется соотношением сопротивлений резисторов R4 и R5. Усиленный сигнал с выхода операционного усилителя DA1 поступает на выпрямитель, состоящий из диодов VD1 и VD2, через разделительный конденсатор C5. Конденсатор C6 заряжается при продолжительном звуковом сигнале до 5.5 В, в ходе чего открывается транзистор VT2. Далее включаются светодиоды HL1 – HL10 при помощи транзисторов VT4 и VT5, только если фототранзистор затемнен и транзистор VT3 находится в закрытом состоянии.

После наступления тишины, продолжительность горения светодиодов зависит от номинала конденсатора C6 и резистора R9. Транзисторы VT3 и VT4 работают подобно триггеру Шмита и управляют транзистором VT5, который работает в ключевом режиме. Чувствительность же фотодатчика зависит от сопротивления резистора R7.

Соответственно устройство автоматического освещения имеет возможность настройки чувствительности фотореле путем подбора резистора R7 и чувствительности акустического реле, путем подбора резистора R3.

В результате, получаем прибор автоматического освещения идеально подходящий для освещения малопроходимых затемненных зон помещения. Устройство обеспечит экономию электроэнергии и укрепит автоматизацию системы в целом.

4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

4.1 Описание системы

Разрабатываемая система интеллектуального освещения способна работать в нескольких режимах: ручной, дежурный, автоматический. Состав комплекса компонентов позволяет системе быть универсальной и внедряться в различные типы сооружений. В данном случае будут рассмотрены системы интеллектуального управления освещением в многоквартирном девятиэтажном двухподъездном здании и в частном доме (коттедже).

В состав системы включены компоненты для реализации следующих функций:

- опрос датчиков и передача информации на сервер управления;
- управление осветительными приборами в нескольких режимах работы;
- преобразование типов интерфейсов для целостности системы;
- обеспечение аварийного поддержания функционирования системы;
- контроль энергопотребления;
- обработка и хранение информации о состоянии системы.
- учет присутствия людей в помещении;
- учет показаний телеметрии.

4.2 Разработка структурной схемы системы

Система интеллектуального освещения разбивается на три основные части: центральный пульт, базовая система освещения, интегрированные устройства.

Центральный пульт включает в себя: сервер управления системой, преобразователь интерфейса для связи с проводными компонентами,

приемопередатчик для связи с беспроводными компонентами и модем, обеспечивающий GSM соединение.

Базовая система освещения состоит из:

- панели локального управления;
- группы интерфейсных светильников с управляемой яркостью;
- датчиков освещенности;
- 8-ми канального блока управления светильниками;
- приборы автоматического освещения;
- модема для связи с сервером.

Интегрированные устройства включают в себя:

- устройства сбора данных со счетчиков;
- контроллера синхронизации и связи;
- электросчетчиков;
- устройств сигнализации.

Связь между компонентами базовой системы производится как по радиоканалу с частотой 24 Гц, так и через проводной интерфейс RS485. Панели локального управления по радиоканалу связаны с группами интерфейсных светильников с управляемой яркостью, 8-ми канальными блоками управления светильниками, датчиками движения и датчиками освещенности. Также по радиоканалу панель локального управления связана с интегрированными устройствами, а именно с электросчетчиками, ограничителями мощности, устройствами сигнализации и устройствами сбора данных со счетчиков. Приборы автоматического освещения питаются через 8-ми канальный блок управления реле и работают автономно. По интерфейсу RS485 производится связь модема базовой системы освещения со всеми компонентами как ее самой, так и интегрированными устройствами.

Связь между компонентами центрального пульта произведена по интерфейсу RS485 от сервера к модему, преобразователю и приемопередатчику. Информацию же, сервер получает по средствам GSM соединения собственного модема с модемом базовой системы освещения а так же по радиоканалу через приемопередатчик и по проводному каналу RS 485 через преобразователь интерфейса.

Структурная схема системы представлена на рисунке 4.1 и на чертеже Э1.

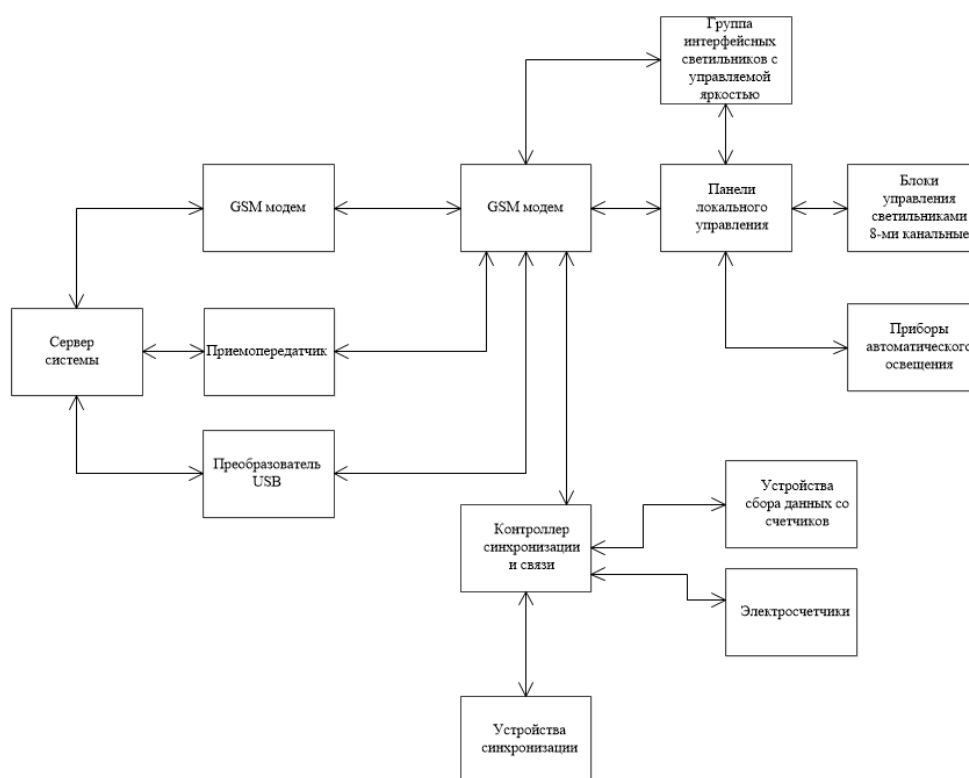


Рисунок 4.1 — Структурная схема системы

4.3 Выбор элементов системы

Основными элементами системы являются управляемые светодиодные светильники и приборы автоматического освещения.

В системе используются светильники типа Актей СА-7008У, мощностью 8 Вт, номинальным напряжением 220/12 В. Корпус белого цвета изготовлен из огнеупорного пластика с прозрачным рассеивателем. Яркость светильника составляет 800 Лм. Длина — 180 мм, ширина — 110 мм. Прибор обладает симметричным светораспределением, что дает возможность потолочного крепления. Элементы электрической схемы светильника размещены на печатной плате путем нанесения белой маски. По эллипсу расположены светодиоды, обеспечивающие равномерное распределение потоков света на рассеиватель и равномерный вынос тепла.

В устройстве также установлены датчики : акустический и датчик освещенности. Внешний вид светильника представлен на рисунке 4.2.



Рисунок 4.3.1 — Внешний вид светильника Актей СА-7008У

Блок управления реле типа БУР - 8 имеет 8 каналов управления нагрузкой и потребляемую мощность 5 Вт. Конструктивно состоит из пластикового корпуса высотой 43 мм, длиной 124 мм и шириной 84 мм. Внешний вид представлен на рисунке 4.3.3.

БУР - 8 оснащен интерфейсом связи по радиоканалу с частотой 24 Гц и проводным интерфейсом RS485. Блок предназначен для формирования сигналов по командам от управляющего сервера. Соединения с управляемым оборудованием выполняются кабелем с гибкими медными проводниками сечением от 0,5 до 1,5 мм².

Настройка блока заключается в присвоении каждому реле сетевого адреса и логики работы, при этом блок должен быть подключен к панели управления через интерфейс RS485.

Соединения по интерфейсу RS485 выполняют гибким медным кабелем с витой парой категории «5е» . Данное устройство отличается высокой надежностью и качественным исполнением. Схема подключения представлена на рисунке 4.3.

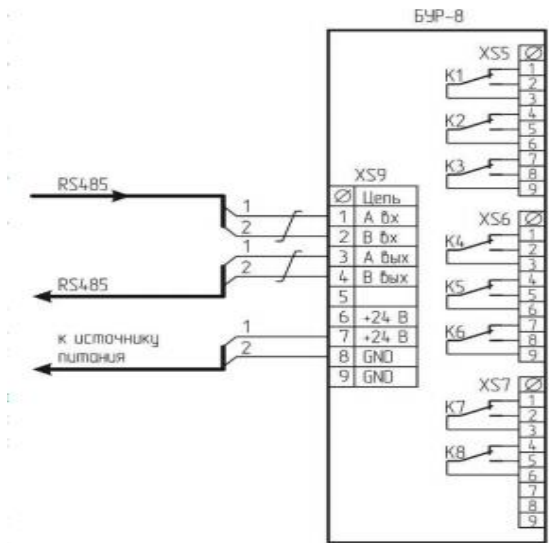


Рисунок 4.3 — Схема подключения БУР-8

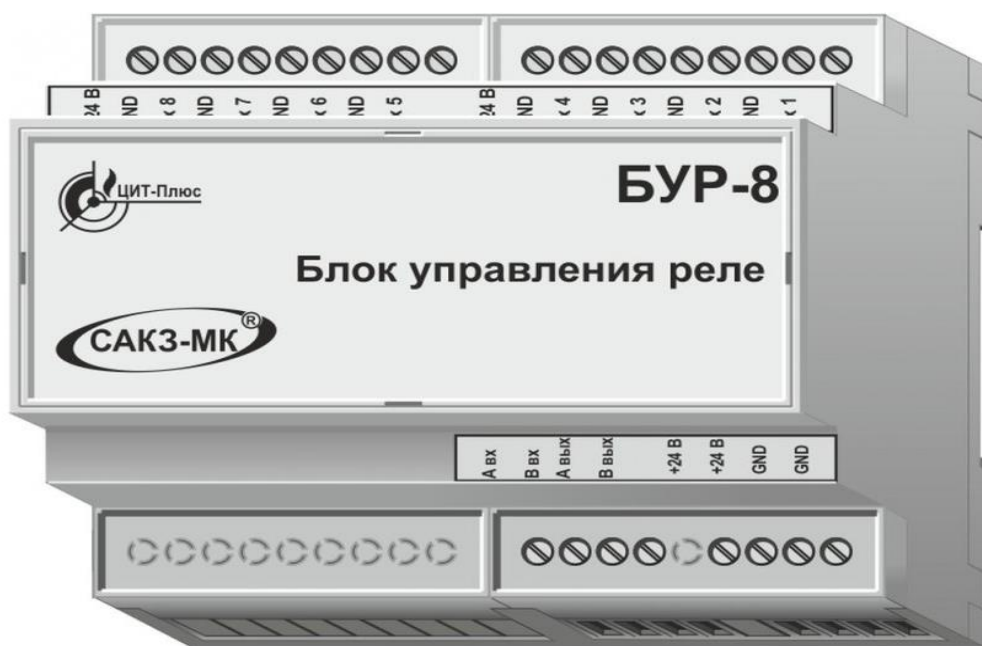


Рисунок 4.4 — Внешний вид БУР-8

Панель локального управления ИПП 120 с управляющей логикой предназначена для ввода и редактирования параметров конфигурирования системы. Применяется в системе совместно с контроллерами и модулями ввода-вывода по интерфейсу RS485.

Потребляемая мощность панели — 2.5 Вт, размеры корпуса 100×60×56 мм, дисплей жидкокристаллический с подсветкой на 16 символов. Схема подключения показана на рисунке 4.5, а внешний вид на рисунке 4.6.



Рисунок 4.5 — Схема подключения ИПП 120



Рисунок 4.6 — Внешний вид ИПП 120

В системе используются устройства сбора и передачи данных типа УСПД — 01 и УСПД — 02.

УСПД — 01 отвечает за сбор информации, мониторинг потребления энергоресурсов в дистанционном режиме, автоматизации технологических процессов. Устройство может использоваться в качестве накопителя информации с возможностью дистанционного к ней обращения.

УСПД — 01 взаимодействует со счетчиками воды, газа, электроэнергии, которые имеют импульсный телеметрический выход.

Соответственно устройство является вторичным преобразователем, реализующим числоимпульсный канал измерения. Полученные импульсы преобразуются, соответственно, в единицы измерения энергоресурсов.

Прибор используется в виде ретранслятора преобразователя (радио — RS485) и взаимодействует с аналогичным радиомодемным устройством УСПД — 02, которое выполняет сбор показаний счетчиков воды, газа, электричества и прочих.

УСПД — 01 обеспечивает следующие функции :

- накопительное измерение показаний счетчиков энергоресурсов;
- сохранение информации во встроенной памяти и дальнейшей ее трансляции на управляющий сервер по протоколу RS485.

Возможно подключение до двух счетчиков к одному устройству. Внешний вид прибора представлен на рисунке 4.7.



Рисунок 4.7 — Внешний вид УСПД — 01

Переносное аналогичное устройство УСПД — 02 обеспечивает сбор данных со счетчиков в труднодоступных местах.

Данный дистанционный вторичный преобразователь обеспечивает :

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

измерение потребляемых энергоресурсов и накопление показаний;
 сохранение собранных показаний с возможностью передачи на управляющий сервер через радиомодем на расстоянии до 20м.

Входные каналы устройства :

- канал измерения температуры внешнего объекта;
- канал измерения влажности;
- канал подключения датчика охраны;

2 канала для подключения датчиков охранной системы либо счетчиков энергоресурсов.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 4.8.



Рисунок 4.8 — Внешний вид УСПД — 02

Контроллер GPS синхронизации времени КСС - 11 применяется для коррекции времени электросчетчиков типа СЭТ-4ТМ02, которые

используются в системах коммерческого и технического учёта электроэнергии, а также для согласования работы трёх интерфейсов для передачи/приёма информации по четырём каналам интерфейсов RS-485, обеспечивая приём показаний с электросчётчиков.

Устройство принимает сигналы точного времени с радиоприемника и затем корректирует время в счетчиках электроэнергии с 17-00 и до 5-00. Внешний вид устройства представлен на рисунке 4.9.



Рисунок 4.9 — Внешний вид КСС — 11

Счетчик электроэнергии однофазный Карат — 101 применяется для измерения и учета расхода электроэнергии в однофазных цепях с частотой 50 Гц.

Карат — 101 обеспечивает :

- дистанционное управление лимитом потребляемой мощности;
- включение либо отключение потребителей;
- защиту электросетей от перегрузок;
- индикацию информации на дисплее;

- передачу информации по интерфейсу RS485, импульсному протоколу, радиоканалу и силовой сети.

Внешний вид прибора показан на рисунке 4.10.



Рисунок 4.10 — Внешний вид счетчика Караг — 101

GSM модем Пульсар — 2 служит для организации канала передачи данных по сети GSM, связывает центральный пульт системы с базовой системой освещения. Устройство имеет 2 импульсных выхода и 2 интерфейсных выхода RS485. Габаритные размеры компонента — 115x115x85 мм, потребляемая мощность 20 Вт, имеет встроенный микроконтроллер для защиты от зависаний, а также имеет возможность настройки параметров последовательного обмена (четность, стоп-биты, скорость обмена). Изготавливается в пластмассовом корпусе,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090301.11.001 ПЗ

предназначенном для крепления на стену. Подключение внешнего питания производится через нажимные клеммы, со снятой верхней крышкой.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 4.11.



Рисунок 4.11 — Внешний вид GSM модема Пульсар — 2

Преобразователь интерфейсов Болид служит для создания COM порта и преобразования RS485 интерфейса в USB для подключения к серверу управления.

Внешний вид преобразователя представлен на рисунке 4.12.



Рисунок 4.12 — Внешний вид преобразователя Болид

Датчик освещенности Camelion LXP-03 служит для подачи информации об уровне освещенности помещения, ориентируясь на смену времени суток.

Внешний вид датчика показан на рисунке 4.13.



Рисунок 4.13 — Внешний вид датчика освещенности Camelion LXP-03

4.4 Описание сервера управления системы

Сервер управления позволяет оперативно отображать состояние системы: состояние осветительных приборов, уровень освещенности, наличие связи с компонентами. При помощи сервера можно выбрать необходимый режим работы системы (автоматический, локальный или «по расписанию»), а так же контролировать статистику работы системы.

Функциональные возможности:

- поддержание искусственной освещенности в помещении на заданном уровне;
- учет естественной освещенности в помещении;
- контроль даты, времени и присутствия людей в помещении;
- дистанционное управление освещением на основе радиоканала и проводного канала связи;
- возможность регулирования уровня освещенности;
- контроль состояния светильников на сервере;
- возможность индивидуальной настройки режимов работы системы (автоматический, ручной, дежурный и их комбинации) путем составления расписания работы системы.

Программное обеспечение сервера отвечает за следующие функции работы с данными :

1. Управление :

- блоками управления реле;
- осветительными приборами;
- настройка яркости светильников в ручном или автоматическом режимах;
- настройка режимов работы локальных панелей управления.

2. Генерация системы :

- настройка адресов компонентов;
- формирование групп устройств;
- формирование отчетов и обмена данными;
- ввод и отображение плана системы.
- Создание расписания по дате или времени.

- Мониторинг состояния светильников, групп светильников, устройств управления и учета.
- Формирование статистических отчетов о работе системы.
- Анализ и предупреждение возможных неисправностей в работе системы.

4.5 Построение системы интеллектуального освещения девятиэтажного двухподъездного дома

Освещение многоквартирного жилого дома требует освещения помещений общего пользования, таких как : коридоры, лифты, лестничные площадки и холлы.

Для установления максимальной энергоэффективности при освещении необходимо применить разработанные приборы автоматического освещения, а также управляемые светодиодные светильники. Для снижения потерь от фактора забывчивости человека, стоит применить режим работы системы освещения «по расписанию».

По соображениям экономии энергоресурсов и эффективной работы системы большое внимание уделяется приборам учета расходов электроэнергии, а так же затрат энергоресурсов на функционирование системы.

Беря в расчет, что система интеллектуального освещения будет внедрена в уже построенный и заселенный жилой дом, в котором без проведения среднего ремонта не получится изменить схему разводки для осветительных приборов, управление каждым светодиодным светильником и прибором автоматического освещения дистанционно через блок управления реле БУР — 8 на каждом этаже является нецелесообразным. Поэтому блок управления реле размещается только в диспетчерской.

Во всех точках объекта вместо традиционных ламп накаливания устанавливаются приборы автоматического освещения и управляемые светодиодные светильники. Так как эти устройства имеют встроенные акустические и фотоэлектрические датчики они будут решать основные составляющие правила комфорта жильцов :

- включение освещения происходит при появлении человека в темном помещении;
- все осветительные приборы будут включаться одновременно.

На этажах в уже имеющихся электрошкафах будут установлены счетчики Карат — 101, которые обеспечат функции защиты от превышения мощности и функции управления подключением либо отключением электросетей потребителей.

Для реализации беспроводного обмена данными между этажами будут использованы устройства сбора и передачи данных УСПД — 01, располагаемые там же в электрошкафах и обеспечивающие связь с рядом находящимися электросчетчиками по интерфейсу RS485.

В лифтах будут установлены устройства автоматического освещения, способные работать в автономном режиме.

В помещении диспетчерской (центрального пульта управления) устанавливаются :

- панели локального управления, для управления светильниками в ручном режиме и «по расписанию»;
- датчик освещенности, передающий первичную информацию для включения или выключения светильников в зонах где требуется постоянная освещенность;
- устройство синхронизации и связи КСС — 11 для контроля точного времени в электросчетчиках;

- управляющий компьютер с преобразователями интерфейсов и программным обеспечением для подключения компонентов системы;
- терминал GSM связи для организации обмена данными с удаленным сервером.

В диспетчерской, как в примерном жилом помещении установлены светильники типа Актей СА-7008У с управлением по радиоканалу, а в коридоре и санузле установлены устройства автоматического освещения.

Для реализации управления светильниками по сетевому питанию решено установить блок управления реле БУР — 8.

Линии связи комбинированные: беспроводные 2,4 ГГц и двухпроводная -RS485. Схема системы освещения представлена на рисунке 4.14.

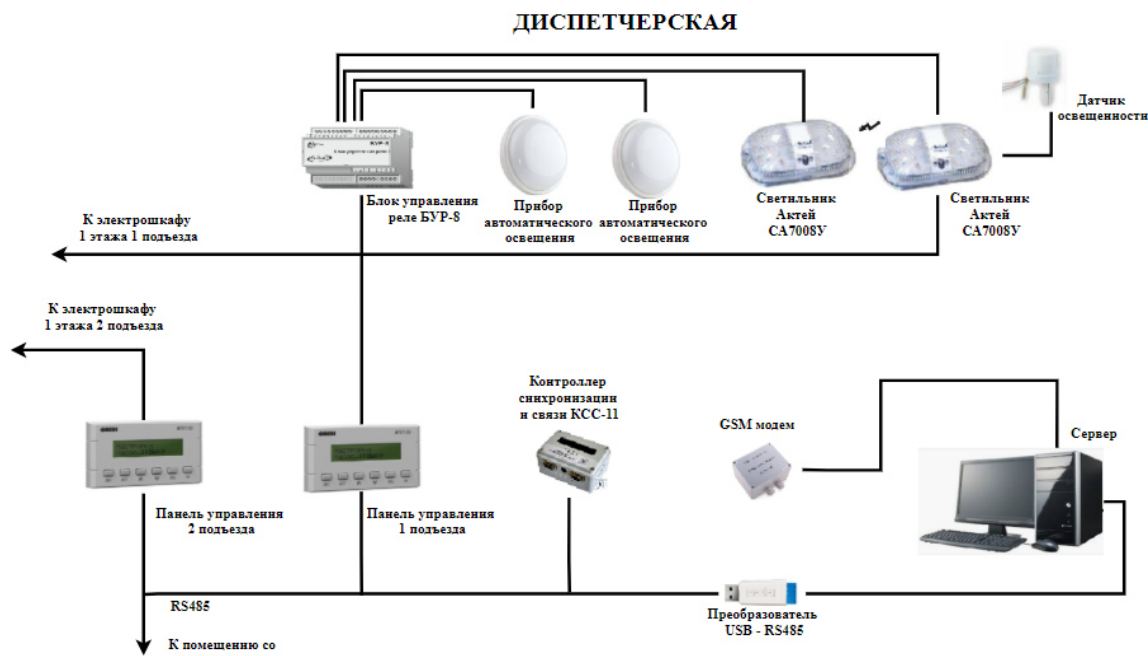


Рисунок 4.14 — Схема освещения общая



Рисунок 4.15 – Схема освещения этажа

Таким образом разработана схема освещения девятиэтажного двухподъездного жилого дома. На каждом этаже устанавливается по 4 устройства автоматического освещения (3 шт. на площадке и 1 шт. на лестничной клетке), 5 электросчетчиков Карат — 101 по количеству квартир на этаже и устройство сбора и передачи данных УСПД — 01 по 1 изделию на каждый этаж. В проходе каждого этажа устанавливается по 2 управляемых светильника Актей СА-7008У, а так же по 2 светильника на улице около входа в каждый подъезд.

До установления системы интеллектуального освещения в доме присутствовали обычные лампы накаливания мощностью 7.5 кВт, потребление которых составляло порядка 90 Вт среднесуточно. В результате внедрения управляемого светодиодного освещения потребление снизилось до 3.5 кВт в сутки, следовательно получаем экономию в 26 раз.

Соответственно, за год потребление снизилось с 32850 кВт до 1278 кВт.

4.6 Построение системы освещения частного дома

Системы интеллектуального освещения частных домов основаны на делении помещений по критериям постоянного и кратковременного нахождения там людей. Кроме того, возрастают затраты на источники управления освещением, относительно осветительных приборов из-за малых площадей. В данной системе делается упор на функции программируемой имитации присутствия хозяев по средствам включения и выключения освещения.

Управляемые светильники Актей СА-7008У устанавливаются в помещениях с постоянным присутствием людей, для обеспечения ручной и автоматической регулировки освещения. В подсобных и малопроходимых помещениях устанавливаются устройства автоматического освещения, для автономной работы. Панели управления располагаются на выходе из дома, а так же в наиболее используемых помещениях. Основным будет режим работы системы «по расписанию» для имитации присутствия хозяев и для снижения забывчивости.

Схема типового освещения коттеджа представлена на рисунке 4.16.



Рисунок 4.16 — Схема типового освещения частного дома

4.7 Разработка алгоритма системы управления освещением

В начале работы системы происходит индикация оборудования детектирования (датчиков акустических, датчиков освещенности, фотоэлектрических датчиков). Управляющий компьютер посылает сигналы по проводному интерфейсу и радиоканалу и убеждается в работоспособности компонентов и отсутствии превышения допустимого потребления тока на устройствах управления. Далее производится включение/ выключение осветительных приборов в тестовом режиме, проверяя отклик и работоспособность. Затем происходит считывание порогов реагирования датчиков на световые и звуковые воздействия. После этого начинается бесконечный цикл, в котором происходит опрос датчика освещенности. Если в помещении темно, то опрашивается акустический датчик и, соответственно, если имеются шум и движение, то включается осветительный прибор в зоне детектирования. Прибор работает 2 минуты, затем плавно гаснет. Такое время послесвечения необходимо, во избежании учащений включения-выключения светильников, что затормозит работу системы в целом.

Схема алгоритма представлена на рисунке 4.17.

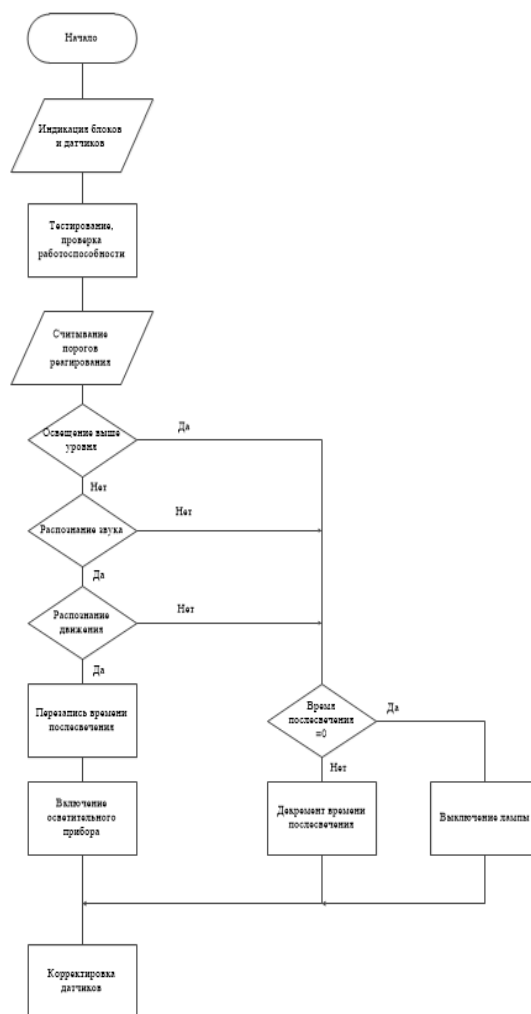


Рисунок 4.17 — Схема алгоритма работы системы управления освещением

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ

5.1 Введение

Целью технико-экономического обоснования разработки является количественное и качественное доказательство экономической целесообразности разработки системы, а также определение организационно-экономических условий ее эффективного функционирования.

Эффективность разработки определяется ее качеством и эффективностью процесса разработки и сопровождения. Качество проекта определяется тремя составляющими:

- со стороны потребителя данной разработки;
- с позиции использования ресурсов и их оценки;
- по выполнению требований на проект.

Система должна быть разработана так, чтобы она была способна функционировать без лишних энергозатрат – на стадии функционирования, времени разработки и денежных ресурсов – на стадии использования.

Содержание технико-экономического обоснования разработки программы заключается в следующем:

- расчет технико-экономических показателей и выбор базы сравнения;
- определение трудоемкости и стоимости проекта;
- расчет цены проекта;
- расчет капитальных и эксплуатационных затрат на разработку;
- определение показателей финансово-экономической эффективности.

Приведенные в данном разделе дипломной работы результирующие таблицы, перечни данных, позволяют сопоставить результаты разработки и затраты на нее, чтобы сделать вывод об эффективности проекта. Исходные данные для расчета экономических показателей приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Исходные данные для расчета экономических показателей

Обозначение	Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя		
$C_{пр}$	Стоимость проекта	тыс. руб.	20		
D_M	Среднее количество дней в месяце	дни	22		
ρ_n	Норматив рентабельности	—	0,24		
ω_d	Коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика	—	0,20		
ω_c	Коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования	—	0,268		
ω_n	Коэффициент, учитывающий накладные расходы организации	—	1,35		
q_I	Количество I-задач, решаемых потребителем	зад. год	60		
$t_{M.B.I}$	Время решения I-ой задачи разработанной программой	маш. час	1		
n_p	Количество организаций, которые приобретут данную разработку	шт.	1г.	2г.	3г.
			8	10	15
$Z_{эл}$	Тариф за 1 кВт/час	руб.	3,44		
T_c	Срок службы разработанной системы	год	3		
HDC	Налог на добавленную стоимость	%	20		
T_p	Количество рабочих дней в году	дн	264		
N_{CM}	Количество смен работы ЭВМ	—	1		
t_{CM}	Продолжительность смены	ч	8		
α	Простои ЭВМ	%	5		
P	Мощность, потребляемая ЭВМ	кВт	0,4		
N_{CP}	Среднее количество ремонтов в год	—	2		
S_d	Стоимость деталей, заменяемых при ремонте	руб.	1300		

5.2 Расчет затрат на разработку системы

Суммарные затраты на разработку проекта рассчитываются по следующей формуле:

$$S_{РП} = S_{ЗП} + S_{НАК}, \quad (5.1)$$

где:

$S_{ЗП}$ – затраты по заработной плате инженера-программиста;

$S_{НАК}$ – накладные расходы.

Затраты по заработной плате инженера-программиста рассчитываются по формуле:

$$S_{ЗП} = ОЗП \cdot (1 + \omega_c) \cdot (1 + \omega_d) \cdot t_{pi}, \quad (5.2)$$

где:

$ОЗП$ – основная заработная плата инженера-программиста за месяц (10000 руб.);

t_{pi} – время, необходимое для разработки программы программистом i -го разряда (чел.-мес.);

ω_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика программы, в долях к сумме основной заработной платы;

ω_c – коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования на заработную плату разработчика программы, в долях к сумме основной заработной плате разработчика.

Система разрабатывалась 30 дней, если учесть, что в одном месяце 20 рабочих дней, то:

$$t_{p12} = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ (чел. –мес.)} \quad (5.3)$$

Таким образом, затраты по заработной плате инженера-программиста составят:

$$S_{ЗП} = 10000 \cdot (1 + 0,268) \cdot (1 + 0,20) \cdot 1,5 = 22824 \text{ (руб.)}$$

Накладные затраты рассчитываются с учетом ω_n – коэффициента, определяющего уровень накладных расходов организации по формуле:

$$S_{НАК} = ОЗП \cdot \omega_n \cdot t_{p12}, \quad (5.4)$$

$$S_{НАК} = 10000 \cdot 1,35 \cdot 1,5 = 20250 \text{ (руб.)}$$

Таким образом, суммарные затраты на разработку системы составляют:

$$S_{\text{PI}} = 22824 + 20250 = 43074 \text{ (руб.)}$$

5.3 Расчет стоимости разработанной системы освещения девятиэтажного здания

5.3.1 Расчет стоимости разработки устройства автоматического освещения

Стоимость компонентов для разработки прибора представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Стоимость компонентов прибора автоматического освещения

Наименование	Количество	Стоимость
1	2	3
Резисторы :		
0805- 10кОм	10	20р
0805-300Ом	5	5р
Конденсаторы:		
K50-35-10В-100мкФ	1	5р
K50-35-10В-470мкФ	1	5р
K50-35-10В-3300мкФ	1	5р
K73-17-400В-1мкФ	1	6р
ТЕСАР-20В-47мкФ	1	4р
Транзисторы :		
НРТВ1-48В	1	20р
КП501А	1	18р
КТ3102Д	1	82р
КТ940А	1	18р
КТ851Б	1	55р
Диоды :		
КД521А дРЗ	2	10р
КС510А дРЗ	1	10р
Операционный усилитель :		
К1407УД2	1	30р
Диодный мост :		
ДВ106	1	11р

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
Светодиоды :		
L1513SRC/F-4500мкД	5	110р
L1513SGC-300мкД	5	50р
Микрофон :		
L1513SGC-300мкД	1	56р

Общая стоимость компонентов устройства, включая печатную плату 65х65мм составляет – 443р

Помимо этого необходимо включить расходы на вспомогательные материалы – таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Расходы на вспомогательные материалы

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Стеклотекстолит СФ-235-2	0,4 м2	250,00	100,00
Припой ПОС-61	0,01 кг	430,00	4,30
Флюс ФКСп	0,015 кг	128,00	1,92
Провод монтажный ПЭВ ТЛК	1 м	5,00	5,00
Спирт технический	0,1 л	31,00	3,10
Лак УР 231	0,05 кг	26,00	1,30
Итого:	115,62		
Зтр	5,78		
Всего:	121,40		

Таким образом, стоимость материалов составила 121,40(руб).

Общая себестоимость устройства составляет : 121,40(руб) + 443(руб) =564,40

5.3.2 Расчет стоимости системы

Оптовая цена определяется по следующей формуле:

$$Z_{\Pi} = S_{\Pi\Pi} + \Pi, \quad (5.5)$$

где:

Z_{Π} – оптовая цена компонентов системы (руб.);

$S_{\text{РП}}$ – суммарные затраты на разработку (руб.);

Π – прибыль, рассчитанная по формуле:

$$\Pi = \rho_{\text{н}} \cdot S_{\text{РП}}, \quad (5.6)$$

где:

$\rho_{\text{н}}$ – норматив рентабельности, учитывающий прибыль организации, разрабатывающей данную систему в долях ко всем затратам данной организации на разработку программы.

Ниже представлен расчет цены базового набора компонентов системы освещения девятиэтажного здания:

Таблица 5.4 – Расходы на вспомогательные материалы

Компонент	Количество	Цена
Персональный компьютер с наличием специального ПО (сервер)	1 шт	80000 (руб.)
Блок управления реле 8-канальный (БУР-8)	1 шт	2262(руб.)
Электросчетчик (КАРАТ-101)	90шт	180000(руб.)
Устройство автоматического освещения	72шт	40 638(руб.)
Управляемый светодиодный светильник Актей СА-7008У	72шт	88200(руб.)
Датчик освещенности Camelion LXP-03	1 шт	474(руб.)
Устройство сбора и передачи данных УСПД-01	18шт	36000(руб.)
USB-преобразователь БОЛИД	1 шт	2000(руб.)
Панель локального управления ИПП 120	2шт	10800(руб.)
Итого		440374(руб)

Розничная цена рассчитывается с учетом налога на добавленную стоимость (НДС = 20%) по формуле:

$$Z_{\text{Пр}} = Z_{\text{П}} + \text{НДС} = Z_{\text{П}} + \frac{Z_{\text{П}} \cdot 20}{100} = Z_{\text{П}} \cdot (1+0,20), \quad (5.8)$$

$$Z_{\text{Пр}} = 48426,7 \cdot (1+0,20) = 64094,11 \text{ (руб.)}$$

Выручка от продаж при условии $n_{\text{п}}$ – количество организаций, желающих приобрести систему, составит:

$$B = Z_{\text{Пр}} \cdot n_{\text{п}}, \quad (5.9)$$

$$B_1 = 58112,04 \cdot 8 = 464896,32 \text{ (руб.)}$$

$$B_2 = 58112,04 \cdot 10 = 581120,40 \text{ (руб.)}$$

$$B_3 = 58112,04 \cdot 15 = 871680,60 \text{ (руб.)}$$

5.4 Расчет капитальных вложений разработчика

Капиталовложения, связанные с работой системы рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ЭВМ}} = C_{\text{ЭВМ}} + S_3, \quad (5.10)$$

где:

$C_{\text{ЭВМ}}$ – стоимость ЭВМ (руб.);

S_3 – стоимость запасных частей (руб.);

Итак, произведем расчет коэффициентов входящих в формулу расчета величины капиталовложений:

$$S_3 = 0,15 \cdot C_{\text{ЭВМ}}; \quad (5.11)$$

$$S_3 = 0,15 \cdot 20000 = 3000 \text{ (руб.)};$$

Капиталовложения в ЭВМ составляют:

$$K_{\text{ЭВМ}} = 20000 + 3000 = 23000 \text{ (руб.)}$$

5.5 Расчет эксплуатационных расходов разработчика

Эксплуатационные расходы на ЭВМ рассчитываются по формуле:

$$E = (T_{\text{М.В.}} \cdot e_{\text{ч}}) + \frac{Z_{\text{П}}}{T_{\text{С}}}, \quad (5.12)$$

где:

$T_{\text{М.В.}}$ – машинное время для решения задач с помощью разработанной программы, (маш.час/год);

$e_{\text{ч}}$ – эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 час работы ЭВМ;

$Z_{\text{П}}$ – цена, по которой продается программа (руб.);

$T_{\text{С}}$ – срок службы программы (г).

Полезный фонд времени работы ЭВМ рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ПОЛ}} = T_{\text{ОБЩ}} \cdot t_{\text{СМ}} \cdot N_{\text{СМ}} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \quad (5.13)$$

где:

$T_{\text{ОБЩ}}$ – общий фонд времени работы ЭВМ (дни); $T_{\text{ОБЩ}} = T_{\text{Р}}$;

$N_{\text{СМ}}$ – количество смен работы ЭВМ;

$t_{\text{СМ}}$ – время одного рабочего дня (час);

α – простои ЭВМ (в % от общего фонда времени работы ЭВМ).

Полезный фонд времени работы ЭВМ получим:

$$T_{\text{ПОЛ}} = 264 \cdot 8 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 2006,4 \text{ (Маш. час /год)}.$$

Машинное время для решения задач с помощью данной программы рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{М.В.}} = q_{\text{I}} \cdot t_{\text{М.В.И}}, \quad (5.14)$$

где:

q_{I} – количество I-задач, решаемых потребителем в год(шт.);

$t_{\text{М.В. I}}$ – время решения I-ой задачи, разработанной программой (Маш. час).

$$T_{\text{М.В.}} = 60 \cdot 1 = 60 \text{ (Маш. час / год)}.$$

Эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 час работы ЭВМ, оцениваются по формуле:

$$e_{\text{ч}} = \frac{(A_{\text{О}} + S_{\text{ЗП}} + S_{\text{ЭЛ}} + R_{\text{РМ}})}{T_{\text{ПОЛ}}}, \quad (5.15)$$

где:

$A_{\text{О}}$ – амортизационные отчисления (руб.);

$S_{\text{ЗП}}$ – затраты по заработной плате инженера в год (руб./год);

$S_{\text{ЭЛ}}$ – стоимость потребляемой энергии (руб.);

$R_{\text{РМ}}$ – затраты на ремонт ЭВМ (руб.);

$T_{\text{ПОЛ}}$ – полезный годовой фонд работы ЭВМ, (маш.час/год).

Амортизационные отчисления рассчитываются с учетом нормы амортизации ($a_{\text{н}}=12,5 \%$);

$$A_{\text{О}} = a_{\text{н}} \cdot K_{\text{ЭВМ}} = 0,125 \cdot 23000 = 2875,0 \text{ (руб.)}. \quad (5.16)$$

Затраты по заработной плате инженера за год рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ЗП}} = (1 + \omega_{\text{с}}) \cdot (1 + \omega_{\text{д}}) \cdot \text{ОЗП} \cdot 12, \quad (5.17)$$

где:

$\omega_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования на заработную плату разработчика программы, в долях к сумме основной заработной плате разработчика.

$\omega_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика программы, в долях к сумме основной заработной платы;

$OЗП$ – основная заработная плата инженера за месяц 8-го разряда (10000 руб.);

Рассчитываем годовые затраты по заработной плате и социальным отчислениям для инженера:

$$S_{ЗП} = (1 + 0,268) \cdot (1 + 0,20) \cdot 10000 \cdot 12 = 182592 \text{ (руб./ год)}$$

Стоимость потребляемой энергии оценивается по формуле:

$$S_{ЭЛ} = P \cdot T_{\text{пол}} \cdot Z_{ЭЛ}, \quad (5.18)$$

где:

P – мощность, потребляемая ЭВМ (кВт);

$T_{\text{пол}}$ – полезный годовой фонд работы ЭВМ (маш.час/год);

$Z_{ЭЛ}$ – тариф за 1 кВт/час (руб. /кВт).

Итак, произведем расчет стоимости потребляемой энергии:

$$S_{ЭЛ} = 0,4 \cdot 2006,4 \cdot 3,44 = 2760,81 \text{ (руб.)}.$$

Затраты на ремонт ЭВМ вычисляются по формуле:

$$R_{\text{РМ}} = N_{\text{СР}} \cdot S_{\text{д}}, \quad (5.19)$$

где:

$N_{\text{СР}}$ – среднее количество ремонтов в год;

$S_{\text{д}}$ – стоимость деталей заменяемых при одном ремонте, в среднем.

$$R_{\text{РМ}} = 2 \cdot 1300 = 2600 \text{ (руб.)}.$$

Произведем вычисление эксплуатационных расходов, приходящихся на 1 час работы ЭВМ:

$$e_{\text{ч}} = \frac{(2875 + 182592 + 2760,81 + 2600)}{2006,4} = 95,12 \text{ (руб./час)}.$$

Далее вычислим эксплуатационные расходы на ЭВМ:

$$E = (60 \cdot 95,12) + \frac{48426,7}{3} = 21849,43 \text{ (руб.)}.$$

5.6 Определение расходов на интернет соединение

Для облегчения работы проектировщика системы и повышения его производительности в проекте предусмотрено использование глобальной сети интернет.

В настоящее время на пензенском рынке интернет очень много провайдеров предлагающие свои услуги. Цены предлагаемые основными провайдерами сведем в таблицу 4.6.1, для анализа и экономически целесообразного выбора поставщика услуги по интернет трафику.

Таблица 5.5 Таблица интернет трафиков и провайдеров

Название провайдера	Предлагаемый тариф	Стоимость тарифа (руб.)	Скорость доступа (Мбит/с)
Ростелеком	Пакет-Для впечатлений	699	100
ПАО «МТС»	ФИТ Интернет	450	100
Дом.РУ	Скорость света	550	100

Т.к. выше перечисленные провайдеры предлагают без лимитные интернет трафики с одинаковой скоростью доступа в сеть интернет, то экономически целесообразно выбрать трафик с самой низкой стоимостью. Выбираем ПАО "МТС", тариф ФИТ Интернет, с абонентской платой в месяц 450 рублей.

5.7 Заключение

Обобщенные технико-экономические показатели разработки системы сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 Итоговая таблица

Показатель	Значение
Капитальные вложения разработчика (руб.)	23000
Эксплуатационные расходы (руб.)	21849,43
Затраты на разработку (руб.)	39053,76
Затраты на заработную плату разработчику (руб.)	20693,76
Стоимость компонентов системы	440374

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО МЕСТА РАЗРАБОТЧИКА.

6.1 Характеристика условий труда разработчика

Технический прогресс глобально поменял условия производственной деятельности сотрудников умственного труда. Их труд стал более интенсивнее, требующим больших затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало системного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

В настоящее время компьютеры широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером, человек подвергается воздействию ряда вредных электромагнитных полей (ВЧ, УВЧ и СВЧ), шума и вибрации, статического электричества и др.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы программиста.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются болезненное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

6.2 Эргономические требования к рабочему месту

Проектирование рабочих мест, снабженных мониторами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места программиста должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест программиста, являются:

1. высота рабочей поверхности,
2. размеры пространства для ног,
3. требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.),
4. характеристики рабочего кресла,
5. требования к поверхности рабочего стола,
6. регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места программиста являются стол и кресло.

Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление программиста.

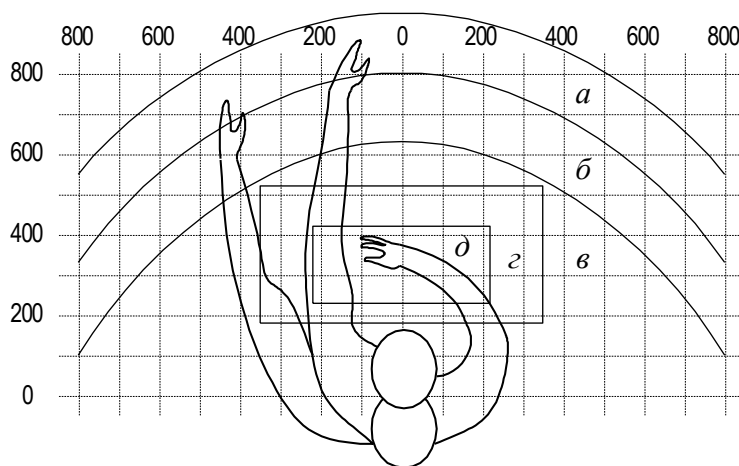
Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации.

То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.



- а - зона максимальной досягаемости;
- б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в - зона легкой досягаемости ладони;
- г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

Рисунок 6.1 Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

Монитор размещается в зоне **а** (в центре);

Системный блок размещается в предусмотренной нише стола;

Клавиатура - в зоне **г/д**;

«**Мышь**» - в зоне **в** справа;

Сканер в зоне, **а/б** (слева);

Принтер находится в зоне **а** (справа);

Документация необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони;

В выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

На рис. 6.2 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола,
5 – клавиатура, 6 – «мышь».

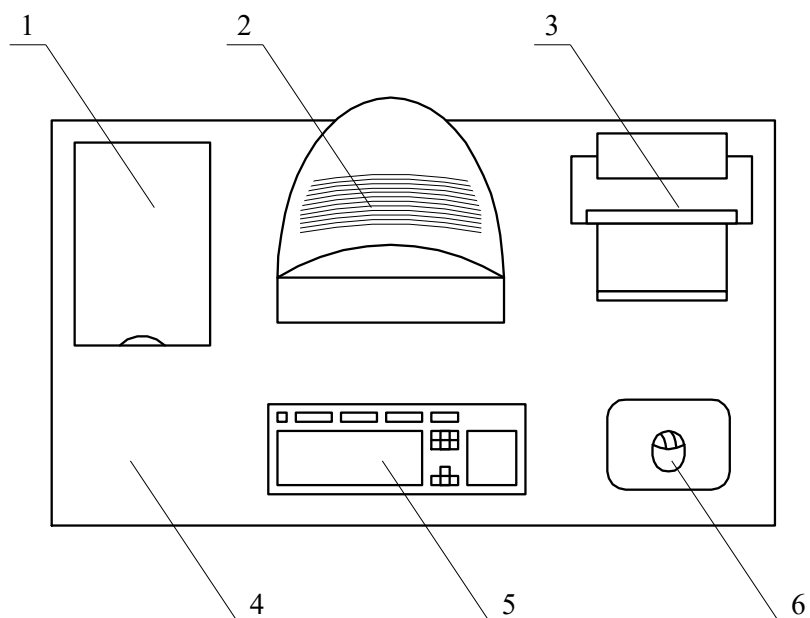


Рисунок 6.2 Размещение основных и периферийных составляющих ПК.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

1. высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
2. нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
3. поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
4. конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, канцелярских принадлежностей).
5. высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550 мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от монитора, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда монитор имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

1. расстоянием считывания (0,6...0,7 м);

2. углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению. Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:
3. по высоте $+3$ см;
4. по наклону от -10° до $+20^\circ$ относительно вертикали;
5. в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя монитора следующие:

1. голова не должна быть наклонена более чем на 20° ,
2. плечи должны быть расслаблены,
3. локти - под углом $80^\circ \dots 100^\circ$,
4. предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и монитора, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет $60 \dots 80$ см, то высота знака должна быть не менее 3 мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – $15 \dots 20\%$ их высоты.

Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение, как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

6.3 Освещенность рабочего места разработчика

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут

привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе).

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удастся обеспечить нормированные значения коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день). Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно СНиП 23-05-2010 в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ требующих высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5 мм), величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%.

В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, а комбинированная - 750 лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300 лк соответственно.

Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

6.4 Расчет освещения рабочего места

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

1. по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
2. обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);

3. обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
4. более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 15 м^2 , ширина которой 5 м, высота - 3 м. Воспользуемся методом светового потока.

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \text{ где}$$

F - рассчитываемый световой поток, Лм;

E - нормированная минимальная освещенность, Лк (определяется по таблице). Работу программиста, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная

освещенность будет $E = 300 \text{ Лк}$;

S - площадь освещаемого помещения (в нашем случае $S = 15 \text{ м}^2$);

Z - отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным $1,1 \dots 1,2$, пусть $Z = 1,1$);

K - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение зависит от типа помещения и характера проводимых в нем работ и в нашем случае $K = 1,5$);

n - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризующих коэффициентами отражения от стен (P_C) и потолка ($P_{П}$), значение

коэффициентов P_C и P_{Π} были указаны выше: $P_C = 40\%$, $P_{\Pi} = 60\%$. Значение n определим по таблице коэффициентов использования различных светильников. Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \text{ где}$$

S - площадь помещения, $S = 15 \text{ м}^2$;

h - расчетная высота подвеса, $h = 2.92 \text{ м}$;

A - ширина помещения, $A = 3 \text{ м}$;

B - длина помещения, $B = 5 \text{ м}$.

Подставив значения получаем:

$$I = \frac{15}{2,92 \cdot (3+5)} = 0,64$$

Зная индекс помещения I , по таблице находим $n = 0,22$

Подставим все значения в формулу для определения светового потока F :

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 1,1}{0,22} = 33750 \text{ Лм}$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ40-1, световой поток которых $F = 4320 \text{ Лк}$.

Рассчитаем необходимое количество ламп по формуле:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}}$$

N - определяемое число ламп;

F - световой поток, $F = 33750 \text{ Лм}$;

$F_{\text{л}}$ - световой поток лампы, $F_{\text{л}} = 4320 \text{ Лм}$.

$$N = \frac{33750}{4320} = 8 \text{ шт.}$$

При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД.
Каждый светильник комплектуется двумя лампами.

7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана система интеллектуального управления освещением жилого помещения.

В системе предусмотрено дистанционное управление осветительными приборами, а так же при помощи интерфейса RS485. В систему внедрены разработанные устройства автоматического освещения, которые значительно повышают экономию энергоресурсов и комфорт.

Разработанная система отличается высокой надежностью, технологичностью, поэтому может быть внедрена во многие государственные объекты, система освещения которых требует перехода на путь низкого энергопотребления и комфортного освещения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Андрей Дементьев. «Умный» дом XXI века. – Издательские решения, 2016г .
- 2 Solid state lighting. URL: https://www.led-e.ru/articles/led-application/2011_1_54.php (дата обращения: 22.03.2020).
- 3 Боргаков С. Энергосберегающее освещение зданий : показатели эффективности // Энергетика. Энергосбережение. Экол. – 2010. – № 10. – С. 72-75.
- 4 Нормы освещенности. URL: <https://modern-led.ru/stati/29-normy-osveshchennosti> (дата обращения: 22.03.2020).
- 5 Постановление Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. N 681 "Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде" .
- 6 Тенденции на рынке интеллектуальных систем освещения. URL: <https://ledel-kama.ru/press-center/articles/tendentsii-na-rynke-intellektualnykh-sistem-upravleniya-osveshcheniem-.html> (дата обращения: 22.03.2020).
- 7 Интеллектуальное управление светом. URL: https://interalighting.ru/blog/2521_intellektualnoe-osveshchenie (дата обращения: 28.03.2020).

- 8 Алфёрова Т. В. Современные источники света как средство повышения эффективности использования электроэнергии / Т. В. Алфёрова, О. А. Полозова, В. В. Бахмутская // Электрика. – 2010. – № 9. – С. 26-27.
- 9 Амелунг Й. Освещение на базе органических светодиодов / Й. Амелунг, К. Кирхгоф, М. Эритт // Светотехника. – 2011. – № 1. – С. 16-20.
- 10 Басов В. Б. Светодиоды – преимущества и недостатки // Электро: электротехн., электроэнерг., электротехн. пром-сть. – 2010. – № 6. – С. 35-37.
- 11 Боргаков С. Энергосберегающее освещение зданий : показатели эффективности // Энергетика. Энергосбережение. Экол. – 2010. – № 10. – С. 72-75.
- 12 Гавришева Т. М. Дизайн и техника в проектировании освещения / Т. М. Гавришева, В. П. Будаков // "Молодые светотехники России" : 13 Междунар. специализир. выставка по светотехнике и осветительной технике, Москва, 2007 г. – М., 2007. – С. 70-71.

Приложение А

(обязательное)

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО
ПОМЕЩЕНИЯ

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ

					ПГУ 1.090301.11.001 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Б

(обязательное)

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО
ПОМЕЩЕНИЯ

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

					ПГУ 1.090301.11.001 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение В
(обязательное)
СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО
ПОМЕЩЕНИЯ
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090301.11.001 ПЗ

Приложение Г
(обязательное)

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО
ПОМЕЩЕНИЯ
АЛГОРИТМ

					ПГУ 1.090301.11.001 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Д

(обязательное)

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО
ПОМЕЩЕНИЯ
ПРЕЗЕНТАЦИЯ

					ПГУ 1.090301.11.001 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выпускная квалификационная работа
На тему :
«Система интеллектуального освещения
жилого помещения»

Выполнил: студент гр. 15BO2
Ожегов Ф.Д.
Руководитель ВКР : к.т.н. доцент
Захаров С.М.

2020

Рисунок 1 – Слайд 1

Цель данной работы - разработать систему интеллектуального освещения жилого помещения.

Объектом разработки является прототип системы интеллектуального освещения, позволяющий автоматизировать освещение многоквартирных и частных домов.

В реалиях современного мира важную роль играют технологии интеллектуальных компьютерных систем и автоматизация домашней электроники. Ограниченный энергоресурс и тенденции растущего экологического сознания дают толчок к повышению эффективности и развитию систем интеллектуального управления.

Сегодня почти каждый невольно мечтает уменьшить собственные затраты на электроэнергию, а вместе с этим получить удовольствие от интеллектуального управления световыми приборами в месте своего проживания.

Рисунок 2 – Слайд 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 3 – Слайд 3



Рисунок 4 – Слайд 4



Рисунок 5 – Слайд 5

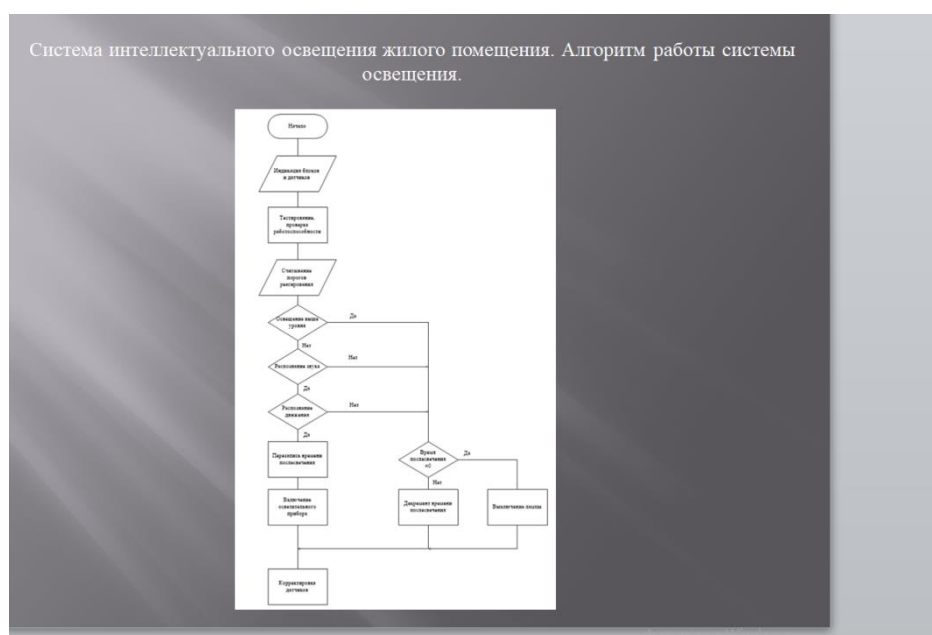


Рисунок 6 – Слайд 6

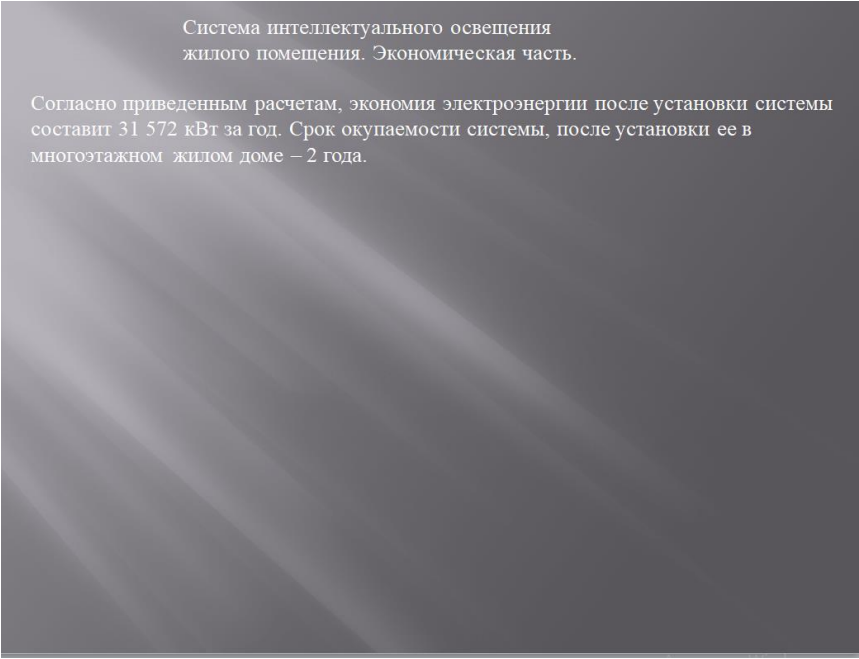


Рисунок 7 – Слайд 7