

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность  
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
Отделение техносферной безопасности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка инженерных решений для повышения безопасности технологических процессов на ООО «МГК «Световые Технологии»</b>

УДК 658.345:658.274:628.9.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г51	Савинская Луиза Вячеславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОТБ	Луговцова Н.Ю.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Спец. по УМР	Журавлев В.А.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

# Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

## «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт  
Направление Техносферная безопасность  
Профиль Защита в чрезвычайных ситуациях  
Отделение Техносферная безопасность

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. зав. ОТБ

\_\_\_\_\_ С.А. Солодский

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы  
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы)

Студенту:

Группа	ФИО
17Г51	Савинская Луиза Вячеславовна

Тема работы:

<b>Разработка инженерных решений для повышения безопасности технологических процессов на ООО «МГК «Световые Технологии»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 11/С от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентами выполненной работы:	08.06.2019 г.
---	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду; энергозатратам; экономический анализ т. д.).	Объект исследования – «МГК «Световые Технологии» г. Рязань. Материалы по преддипломной практике, литературные и статистические данные, нормативно-правовая база. Общие сведения об объекте исследования.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки, техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования,	1. Обзор систем аварийного освещения 1.1 Типы аварийного освещения. 1.2 Приборы и оборудование аварийного освещения. 1.3 Типовые схемы аварийного освещения. 2. Объект и методы исследования. 2.1 Характеристика объекта. 2.2 Методы исследования. 3. Расчет и аналитика.

<i>проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	3.1 Расчет и проектирование аварийного освещения в административно-бытовом комплексе МГК «Световые Технологии». 3.2 Расчет системы питания осветительных установок. 4. Заключение.
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	Принципиальная электрическая схема.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОЦТ Лизунков Владислав Геннадьевич
Социальная ответственность	Ассистент ОТБ Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Специалист по УМР Журавлев В.А.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	7.02.2019 г.
---	--------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г51	Савинская Луиза Вячеславовна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 94 страниц, 14 рисунков, 12 таблиц, 50 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: аварийное освещение, искусственное освещение, естественное освещение, электрическая схема, светотехнический расчет.

Объектом исследования является – административно-бытовой комплекс МГК «Световые Технологии» г. Рязань.

Цель работы – расчет и проектирование аварийного и общего освещения административно-бытового комплекса ООО «МГК Световые Технологии».

В процессе исследования проводилось изучение литературы в области аварийного освещения, методов расчета основных характеристик освещения, производился расчёт количества светильников, определение мощности источников света, расположение их в помещении здания, а также производился расчет осветительной сети, и разрабатывалась принципиальная электрическая схема.

В результате исследования были выполнены следующие задачи:

- проведен обзор литературы;
- изучены методы расчета основных характеристик освещения;
- выполнен светотехнический расчет аварийного освещения административно-бытового комплекса МГК «Световые Технологии»;
- разработана принципиальная электрическая схема.

## ABSTRACT

Final qualifying work consists of 94 pages, 14 figures, 12 tables, 50 sources, 8 applications.

Keywords: emergency lighting, artificial lighting, natural lighting, electrical circuit, lighting calculation.

The object of the study is the administrative and household complex of the CIM "Light Technologies" in Ryazan.

The purpose of the work is calculation and design of emergency and General lighting of administrative and household complex of LLC "MGK Light Technologies".

In the course of the study, the literature in the field of emergency lighting, methods of calculating the main characteristics of lighting was studied, the number of lamps was calculated, the power of light sources was determined, their location in the building premises, and the lighting network was calculated and a schematic diagram was developed.

As a result of the study, the following tasks were performed:

- a review of the literature;
- methods of calculation of the main characteristics of lighting are studied;
- done the lighting for the emergency lighting of administrative-household complex CIM "Lighting Technologies»;
- designed circuit diagram.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками)».

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

ГОСТ Р 55842–2013 (ИСО 30061:2007) «Освещение аварийное. Классификация и нормы».

ГОСТ 17677-82 Светильники. Общие технические условия.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

Определения:

**аварийное освещение:** Освещение, предусматриваемое в случае выхода из строя питания рабочего освещения.

**антипаническое освещение:** Вид эвакуационного освещения для предотвращения паники и безопасного подхода к путям эвакуации.

**резервное освещение:** Вид аварийного освещения для продолжения работы в случае отключения рабочего освещения.

**освещение зон повышенной опасности:** Вид эвакуационного освещения для безопасного завершения потенциально опасного рабочего процесса.

**безопасная зона:** Определенное место, где эвакуирующиеся люди могут собраться и где они не подвергаются опасности, вызванной аварийной ситуацией.

**дежурное освещение:** Освещение, используемое в нерабочее время.

**знак безопасности:** Знак, являющийся источником сообщения о необходимости соблюдения мер безопасности, образованный комбинацией

цветов и геометрических фигур и передающий через дополнительные графические символы отдельные сообщения о необходимости соблюдения мер безопасности.

**продолжительность работы аварийного освещения:** Время, в течение которого нормируемая освещенность будет обеспечиваться.

**путь эвакуации:** Маршрут, используемый для эвакуации в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

**рабочая поверхность:** Поверхность, на которой проводится работа, нормируется и измеряется освещенность.

**рабочее освещение:** Освещение, обеспечивающее нормируемые световые условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и местах производства работ вне зданий.

**светодиод:** Источник света, основанный на испускании некогерентного излучения в видимом диапазоне длин волн при пропускании электрического тока через полупроводниковый диод.

**система указания пути эвакуации:** Система, обеспечивающая достаточное число знаков безопасности, позволяющих людям эвакуироваться из места расположения в случае возникновения пожара или чрезвычайной ситуации по установленному пути эвакуации.

**эвакуационный выход:** Выход, предназначенный для эвакуации людей в аварийной ситуации на путь эвакуации, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону.

Обозначения и сокращения:

АВР – автоматический ввод резерва;

АО – акционерное общество;

ИТР – инженерно-технические работы;

ОУ – осветительная установка;

КПД – коэффициент полезного действия;

КСС – конструктивно-силовая схема

ЛЛ – люминесцентные лампы;

ЛН – лампы накаливания;

LED – светодиодные лампы;

РП – распределительный пункт;

ЩО – щит освещения;

ТП – технологическая подстанция.

## Оглавление

	С.
Введение	12
1. Обзор систем аварийного освещения	13
1.1. Типы аварийного освещения	13
1.2. Приборы и оборудование аварийного освещения	17
1.2.1. Световые указатели	17
1.2.2. Светильники аварийного освещения	18
1.2.3. Знаки безопасности и пиктограммы	21
1.2.4. Аккумуляторные светильники	22
1.2.5. Блок аварийного питания	22
1.2.6. Системы аварийного освещения с центральной батареей	23
1.3. Типовые схемы аварийного освещения	24
1.3.1. Использование отдельных осветительных приборов для штатного и нештатного режимов	24
1.3.2. Использование одного осветительного элемента (лампы накаливания) для штатного и нештатного режимов	26
1.3.3. Использование одного осветительного элемента (любой вид ламп) для штатного и нештатного режимов	27
1.3.4. Системы, с дополнительным прибором самостоятельного запуска резерва	28
1.3.5. Альтернативные методы аварийного освещения	31
2. Объект и методы исследования	32
2.1. Характеристика объекта	32
2.2. Методы исследования	33
2.2.1. Расчет освещенности по методу коэффициента использования светового потока	33
2.2.2. Точечный метод расчета прямой составляющей горизонтальной освещенности	36
2.2.3. Расчет освещенности на горизонтальной плоскости от светящейся линии	37
2.2.4. Расчет освещенности от светящейся линии с использованием аналитического выражения КСС	37
2.2.5. Учет отраженной составляющей освещенности	38
2.3. Выбор методики расчета аварийного освещения	39
3. Расчет и аналитика	40
3.1. Расчет и проектирование аварийного освещения в административно-бытовом комплексе МГК «Световые Технологии»	40
3.1.1. Выбор источника света	40
3.1.2. Выбор осветительных приборов	41
3.1.3. Обоснование вида и выбор системы освещения	43
3.1.4. Выбор норм освещенности	44
3.1.5. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока	49
3.2. Расчет системы питания осветительных установок	58

3.3.Выбор типа щитка	59
3.4.Выбор марки и способа прокладки кабелей	60
3.5.Расчет и выбор защитной и пускорегулирующей аппаратуры	60
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
4.1.Оценка прямого ущерба	62
4.2.Оценка косвенного ущерба	66
5. Социальная ответственность	73
5.1.Описание рабочего места специалиста по охране труда ООО МГК «Световые Технологии»	73
5.2.Описание вредных и опасных факторов	75
5.2.1. Недостаточная освещенность	75
5.2.2. Электромагнитное излучение	79
5.2.3. Микроклимат помещения	80
5.2.4. Электроопасность	83
5.2.5. Пожароопасность	83
5.3.Охрана окружающей среды	84
5.4.Защита в чрезвычайных ситуациях	85
5.5.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
Заключение	88
Список используемых источников	89
Приложение А	95
Приложение Б	96
Приложение В	97
Приложение Г	98
Приложение Д	99
Приложение Е	100
Приложение Ж	101

## Введение

Аварийное освещение – это один из важнейших элементов любой системы жизнеобеспечения. При возникновении аварии или чрезвычайных ситуаций, существенная роль по обеспечению безопасного нахождения людей в помещениях отводится аварийному питанию светодиодных светильников.

Целью данного дипломного проекта является разработка системы аварийного освещения.

Актуальность выбранной темы для исследования обусловлена тремя основными факторами:

- возрастающие требования к обеспечению энергосбережения, определяемые государственной политикой в области экономии энергоресурсов;
- постоянные ужесточение правил безопасности;
- широкое распространение светотехники нового поколения, использующей в качестве источников света светодиоды.

Аварийное освещение применяется в различных областях, начиная с офисно-административных зданий, больниц, школ, торговых и промышленных помещений, подземных сооружений и заканчивая спортивными выставочными комплексами, вокзалами, аэропортами. Для любого предприятия аварийные светильники просто необходимы, так как очень часто электрические сети работают на износ и могут возникать перебои в подаче электроэнергии [1].

К основным задачам проекта относятся анализ предметной области и выбор методики проектирования, формулирование основных требований к проекту, синтез структурной и функциональной схем проектируемого изделия, анализ и выбор элементной базы, выполнение инженерных расчетов и согласование узлов устройства.

## 1 Обзор систем аварийного освещения

### 1.1 Типы аварийного освещения

Аварийным называется освещение, которое при нарушении рабочего освещения временно обеспечивает возможность продолжения работы или эвакуации людей. Аварийное освещение располагается в производственных помещениях, коридорах, лестничных клетках. Светильники аварийного освещения должны отличаться от прочих светильников окраской и конструкцией и присоединяться к электросети, не связанной с сетью рабочего освещения.

На рисунке 1.1 представлена классификация аварийного освещения согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

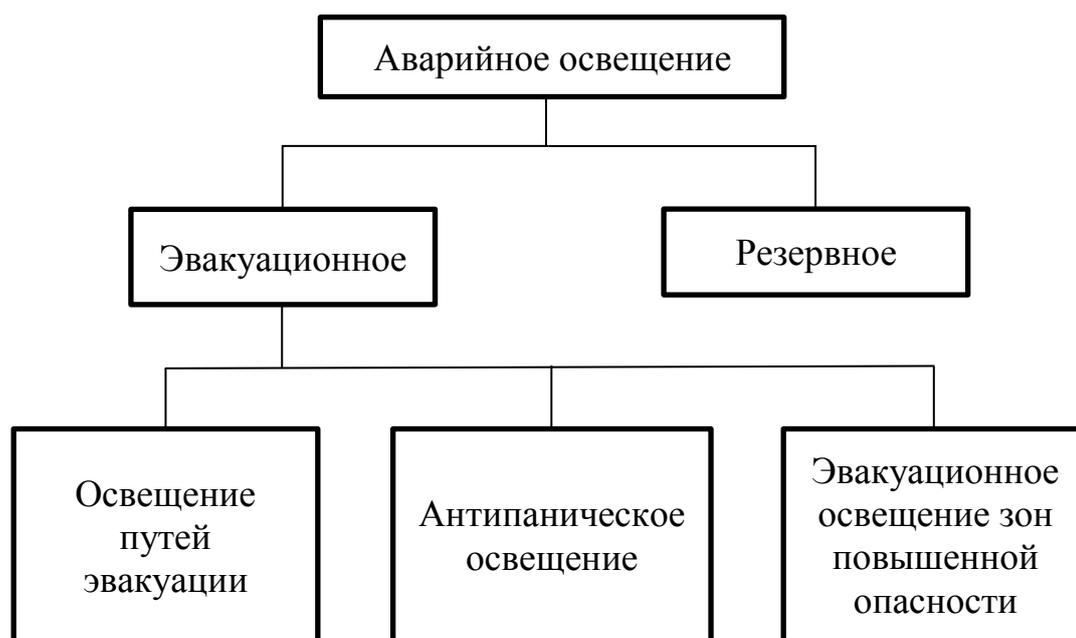


Рисунок 1.1 – классификация аварийного освещения

Эвакуационное освещение должно обеспечивать приемлемые визуальные условия для эвакуации людей в случае аварии, пожара или другой чрезвычайной ситуации.

Освещение путей эвакуации должно обеспечивать в течение не менее 1 часа: – 50% нормируемой освещенности через 5 секунд после нарушения питания рабочего освещения; – 100% нормируемой освещенности через 10

секунд. Освещение путей эвакуации в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- в коридорах и проходах по пути эвакуации;
- в местах изменения (перепада) уровня пола или покрытия;
- в зоне каждого изменения направления пути;
- в местах размещения первичных средств пожаротушения;
- на лестницах каждый марш должен быть освещен прямым светом, особенно верхняя и нижняя ступени;
- в местах размещения плана эвакуации;
- снаружи перед каждым конечным выходом из здания.
- на пересечении проходов и коридоров;
- перед каждым эвакуационным выходом;
- перед каждым пунктом медицинской помощи;
- в местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации [2].

Антипаническое освещение направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации, и его следует предусматривать в больших помещениях площадью более 60 м<sup>2</sup> при одновременном нахождении в нем 30 и более человек.

Эвакуационное освещение зон повышенной опасности следует предусматривать для безопасного завершения потенциально опасного процесса или ситуации.

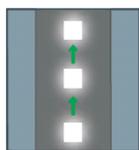
Резервное освещение необходимо, если по условиям технологического процесса или ситуации требуется нормальное продолжение работы при нарушении питания рабочего освещения, а также, если связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- гибель, травмирование или отравление людей;
- взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса;

- утечку токсических и радиоактивных веществ в окружающую среду;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач, и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ [3].

Резервное освещение не должно использоваться для целей эвакуационного освещения. Если резервное освещение проектируется так, чтобы быть использованным для целей эвакуационного освещения, то оно должно удовлетворять соответствующим требованиям, установленным для эвакуационного освещения. Необходимость принятия для резервного освещения более высоких норм освещенности определяется технологами в зависимости от условий функционирования данного объекта [4].

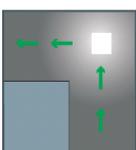
Освещение путей эвакуации в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать по маршрутам эвакуации, а также:



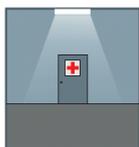
В коридорах и проходах по маршруту эвакуации.



В местах изменения перепада уровня пола или покрытия.



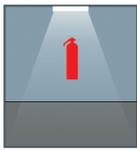
В зоне каждого изменения направления маршрута.



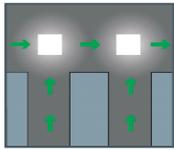
Перед каждым пунктом медицинской помощи.



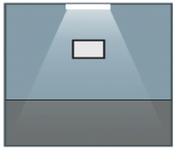
В местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации.



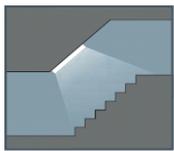
В местах размещения первичных средств пожаротушения.



При пересечении проходов и коридоров.



В местах размещения плана эвакуации.



На лестничных маршах, при этом каждая ступень должна быть освещена прямым светом.



Перед входами в здания (если не используются световые указатели).



Перед каждым эвакуационным выходом [5].

Аварийное освещение в обязательном порядке должно быть реализовано в тепловых пунктах, электрических станциях и подстанциях, насосных станциях водоснабжения и отведения, вентиляционных помещениях и в пунктах управления системами кондиционирования, если нарушение работы этих объектов может привести к остановке промышленных или жилых зон [6].

В обязательном порядке, освещение безопасности должно быть в помещениях, прекращение работы в которых может привести к взрывам или пожарам. И даже если остановка работ в определенном помещении приводит к длительному простаиванию всей технологической цепочки, то в них необходимо оборудовать освещение безопасности.

Эвакуационное освещение должно быть во всех промышленных зданиях без естественного освещения. Кроме того, его необходимо монтировать во всех основных проходах, если при эвакуации по ним будут перемещаться более 50 человек. Для вспомогательных помещений эта норма ниже и составляет 100 человек [7].

Обязательно, эвакуационное освещение должно быть в доме с количеством этажей 6 и более, в лечебных и детских учреждениях. Для общежитий его следует оборудовать при длине коридоров более 25 метров, либо при проживании в нем более 50 человек.

В торговых помещениях нормой для установки такого освещения является площадь в 90 м<sup>2</sup>. Кроме того, эвакуационное освещение должно быть установлено над кассами [8].

Такой тип аварийного освещения следует создавать в спортивных, банных, лечебно-профилактических помещениях, ремонтных мастерских, в раздевалках, на кухнях и других объектах общественных зданий. В актовом и конференц-залах его следует монтировать при количестве мест более 100 [9].

## 1.2 Приборы и оборудование аварийного освещения

### 1.2.1 Световые указатели

Световые указатели представлены ниже на рисунке 1.2 и применяются для решения задач эвакуационного аварийного освещения, используются совместно со знаками безопасности, служат для обозначения эвакуационных выходов, направлений движения к эвакуационным выходам, для регулирования действий предупреждения о пожаре, обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре, а также для обозначения мест расположения пожарного оборудования и пожарной техники. В настоящее время на рынке представлены различные виды световых указателей:

- светодиодные указатели;
- люминесцентные указатели;
- указатели выхода с защитой IP54 / IP44;
- указатели выхода с защитой IP65;
- эвакуационные низковольтные указатели 24V [10].



Рисунок 1.2 – Световые указатели

### 1.2.2 Светильники аварийного освещения

Аварийные светильники используются в качестве альтернативных световых приборов при нарушении функционирования основного (рабочего) освещения и подключаются к источнику питания, не зависящему от энергоснабжения рабочего освещения [11].

В последнее время аварийные светильники становятся более популярны благодаря высокому уровню экономии энергии, а также эффективности. Аварийные LED-светильники требуют немного энергетических ресурсов, и экономия затрат электроэнергии, если сравнивать с традиционными световыми источниками, составляет 70% [12]. Светодиодный светильник представлен на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Светодиодный светильник

Светильники для аварийного освещения выполняют важную функциональную роль: создают возможность эвакуирования людей при отключении других источников света.

Светильник для аварийного освещения светодиодный представляет собой автономный осветительный прибор, который может функционировать на протяжении времени приостановки подачи электрической энергии. Такие приборы используют в торговых помещениях, офисных зданиях,

административных и образовательных учреждениях, концертных помещениях, на объектах здравоохранения и разных отраслей производства и в прочих местах общественного пользования [13].

Светодиодные аварийные светильники можно классифицировать следующим образом:

1. Непостоянного действия. Устройство такого типа будет включаться при нарушениях подачи энергии к основным световым источникам. То есть, если подается электроэнергия, то устройства используют ее только для подзарядки аккумулятора. При прекращении подачи энергии реализуется включение аварийной лампы. Светильник светодиодный аварийный непостоянного действия оснащается системой индикации, которая отражает наличие сетевого напряжения и состояние заряда батареи. Каждый светильник аварийного освещения светодиодный характеризуется временем возможного действия от аккумуляторной батареи, чаще всего оно составляет 1-3,5 часа.

2. Постоянного действия. Эти лампы функционируют постоянно. Они используются и как источники света в обычном режиме работы, и как светильники, обеспечивающие подачу света в отсутствие подачи электроэнергии. Такие аварийные устройства зачастую применяют не только на общественных объектах, но и в бытовых условиях – для освещения коридоров, лестничных клеток.

3. Комбинированного действия. В такие устройства монтируется несколько ламп освещения, часть способны работать от главной электросети, а другая часть от аккумуляторов [14].

Также есть другая классификация аварийных источников света, которая ориентируется на ряд особенностей эксплуатации. Устройства аварийного освещения подразделяются следующим образом:

1. Резервные светодиодные лампы позволяют останавливать рабочий процесс безопасным образом и восстанавливать привычную функциональность предприятия. Эти приборы применяются в таких учреждениях, как больницы,

спасательные службы, пункты управления в цехах, офисные центры, торговые комплексы.

2. Эвакуационные устройства, применяемые для безопасности завершения срочных работ, эвакуации людей из многоэтажных жилых домов и мест общественного пользования. На такие устройства наклеиваются наклейки для светильников аварийного освещения, после чего техника монтируется на площади лестничных клеток, над дверьми, в коридорах. Это позволяет лучше ориентироваться в условиях слабого освещения.

3. Оборудование для обеспечения освещения опасных предприятий разных отраслей производства. Позволяет осуществлять те или иные технологические процессы в непрерывном режиме. Такие светильники должны устанавливаться в тех помещениях, где отсутствие света может повлечь угрозу для здоровья и жизни, к примеру, в цехах с работающими станками и там, где есть подвижные производственные линии [15].

В настоящее время на рынке представлены различные виды светильников аварийного освещения:

- светодиодные аварийные светильники;
- люминесцентные аварийные светильники;
- взрывозащищенные аварийные светильники;
- светильники с защитой IP54 / IP44, IP65, IP67
- светильники аварийного освещения низковольтные 24V;

На рисунке 1.4 представлены светильники аварийного освещения.



Рисунок 1.4 – Светильники аварийного освещения

### 1.2.3 Знаки безопасности и пиктограммы

Знаки безопасности могут применять отдельно или совместно со световыми указателями, служат для однозначного обозначения эвакуационных выходов, направлений движения к эвакуационным выходам и выполнения других требований, необходимых для обеспечения эвакуации людей из общественных и производственных помещений [16].

Выделяют:

- эвакуационные знаки безопасности;
- знаки пожарной безопасности;
- знаки медицинского и санитарного назначения;
- указательные знаки;
- запрещающие знаки;
- предупреждающие знаки;
- предписывающие знаки.

Знаки безопасности изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками)». Основа и размеры знаков определяются требованиями проекта аварийного освещения [17]. Ниже на рисунке 1.5 представлены знаки безопасности и пиктограммы.



Рисунок 1.5 – Знаки безопасности и пиктограммы

#### 1.2.4 Аккумуляторные светильники

Благодаря своей доступности, аккумуляторные светильники получили популярность для устройства аварийного освещения на различных объектах промышленно-гражданского назначения. Особенностью аккумуляторных прожекторов и светильников является возможность использовать их в стационарном или переносном варианте, а также применять для выполнения аварийно-восстановительных работ [18].

Различают:

- аккумуляторные светильники аварийного освещения;
- аккумуляторные аварийные табло;
- аккумуляторные прожектора;
- аккумуляторные лампы.

Ниже на рисунке 1.6 представлен аккумуляторный светильник.



Рисунок 1.6 – Аккумуляторный светильник

#### 1.2.5 Блок аварийного питания

Блоки аварийного питания используются в качестве автономного резервного источника электропитания в светильниках с люминесцентными или светодиодными источниками света, и служит для выполнения функций аварийного эвакуационного освещения. Светильники, в которых применяются аварийные блоки, могут использоваться для различных областей применения – освещение офисов, магазинов, медицинских центров, учебных заведений, кинотеатров, спортивных комплексов, паркингов, складов, производственных

цехов. Блок аварийного питания состоит из высокотемпературной аккумуляторной батареи и электронного блока [19]. Электронный блок включает в себя:

- систему контроля наличия напряжения в рабочей сети;
- импульсное зарядное устройство для поддержания заряда аккумуляторной батареи;
- инвертор преобразования постоянного напряжения аккумуляторной батареи в переменное напряжение, для подключения источников света заданной мощности;
- систему защиты от глубокого разряда аккумулятора;
- систему контроля заряда аккумуляторной батареи;
- светодиодный индикатор о состоянии рабочей сети, заряда аккумулятора или возможной неисправности.

Современные аварийные блоки могут работать с аккумуляторами различных типов. Наиболее популярными являются никель-металлгидридные аккумуляторы и никель-кадмиевые аккумуляторы. Применение того или иного типа аккумулятора определяется конструктивными требованиями светильника, его эксплуатационными или электрическими характеристиками [20]. На рисунке 1.7 представлен блок аварийного питания.



Рисунок 1.7 – Блок аварийного питания

### 1.2.6 Системы аварийного освещения с центральной батареей

Особенностью централизованных систем аварийного освещения является наличие внешней центральной аккумуляторной батареи, которая

выполняет функции резервного источника электропитания в случае отключения рабочего сетевого напряжения. Практика применения централизованных систем аварийного освещения доказала их высокую эффективность на больших и средних объектах по всему миру [21].

Выделяют следующие разновидности систем аварийного освещения с центральной батареей:

- централизованные системы аварийного освещения;
- аккумуляторные шкафы / кабинеты;
- батарейный кабель;
- аккумуляторные батареи.

На рисунке 1.8 представлен блок системы аварийного освещения с центральной батареей.



Рисунок 1.8 – Блок системы аварийного освещения с центральной батареей

### 1.3 Типовые схемы аварийного освещения

#### 1.3.1 Использование отдельных осветительных приборов для штатного и нештатного режимов

В большинстве случаев, системы применяются для обустройства нештатного освещения довольно низкой мощности. Эксплуатация отдельного осветительного оборудования во время нормальных условий и в случае непредвиденного сбоя в работе энергосети поможет улучшить уже имеющуюся конструкцию без серьезных ее нарушений.

Схема подключения аварийного освещения, в которой были использованы главный и дополнительный источник питания, а также отдельные оптические устройства для работы в штатном и аварийном режиме содержит следующие компоненты:

- две лампочки, одна из них работает в нормальном режиме, вторая включается во время возникновения нештатной ситуации;
- аккумуляторная батарея для питания осветительного элемента при отключении электроэнергии;
- предохранительный блок;
- контакты реле;
- выпрямитель.

В нормальном режиме работы основная лампочка соединяется с электросетью посредством определенного контакта реле. Аккумулятор подсоединяется к выпрямителю и находится в состоянии перманентной подзарядки [22]. Схема подключения аварийного освещения с отдельными источниками для основного и аварийного света представлена ниже на рисунке 1.9.

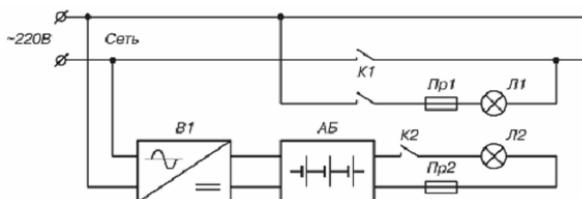


Рисунок 1.9 – Схема подключения аварийного освещения с отдельными источниками для основного и аварийного света

Во время отключения электроэнергии происходит автоматическое замыкание второго контакта реле, после чего энергия от аккумулятора подается на аварийный осветительный элемент. Данная схема светильника аварийного освещения предполагает прокладку двух сетей энергоподдачи. Одна из них обеспечивает электричеством основной осветительный элемент, а вторая работает исключительно в нештатной ситуации. В качестве главного элемента можно использовать лампочки любого вида. Для нештатного режима

применяются лампочки накаливания гораздо меньшей выходной мощности, нежели основной элемент.

### 1.3.2 Использование одного осветительного элемента (лампы накаливания) для штатного и нештатного режимов

Если для обустройства нештатного освещения были использованы исключительно лампочки накаливания, а при возникновении аварийной ситуации переход на нештатный режим работы осветительного оборудования должен пройти моментально без миганий ламп, принято использовать один осветительный элемент, который работает в разных режимах. Подобная система способна обеспечить переключение режимов работы светильников без мигания лампочек.

Электрическая схема аварийного освещения, которая использует только один осветительный элемент для обоих режимов работы, состоит из следующих элементов:

- одна лампочка накаливания;
- два контакта реле;
- аккумулятор;
- выпрямитель;
- предохранитель.

В данной системе лампочка накаливания подсоединена через два контакта реле к электросети. Ознакомиться со схемой можно на рисунке 1.10.

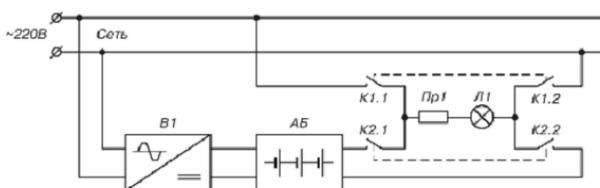


Рисунок 1.10 – Схема подключения аварийного освещения при помощи одного осветительного элемента для основного и аварийного освещения

Выпрямитель подсоединяется к источнику переменного тока, позволяя аккумулятору находиться в состоянии перманентной подзарядки. Во время непредвиденного отключения электроэнергии происходит размыкание контактов реле для нормального режима, в то время как замыкаются два других контакта. После этого электричество подается на осветительный элемент от аккумулятора. В данной схеме важно соблюсти равенство напряжения от батареи и электросети.

Главным преимуществом данной системы является отсутствие лишних осветительных элементов, а это значит, что переход от штатного режима до аварийного происходит без прерывания освещения. Именно поэтому данные системы используются в медицинских учреждениях [23].

### 1.3.3 Использование одного осветительного прибора (любой вид ламп) для штатного и нештатного режимов

Данный тип системы нештатного освещения построен на принципе непрерывного питания осветительных элементов. В независимости от того, возникла ли аварийная ситуация, осветительное оборудование работает от переменного тока. Принципиальная схема аварийного освещения способна стабилизировать переменный ток в случае непредвиденных сбоев в работе энергосети.

Схема управление аварийным освещением, которая использует один осветительный прибор для всех режимов работы и осветительные элементы любого типа состоит из следующих компонентов:

- лампочка для обоих режимов работы;
- два контакта реле;
- выпрямитель;
- инвертор;
- аккумулятор.

Данная система очень похожа на предыдущую, но отличается наличием инвертора. Этот элемент превращает заряд аккумулятора в переменный ток. В случае возникновения нештатной ситуации осветительный элемент запитывается от сети через инвертор и выпрямитель. При помощи данной системы можно добиться незаметного перехода из нормального режима работы в аварийный [24].

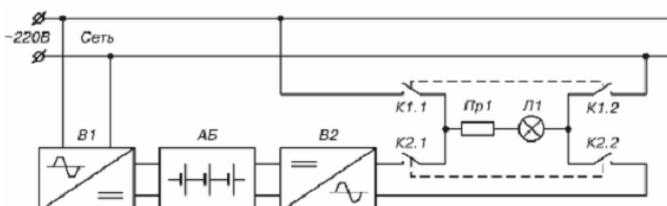


Рисунок 1.11 – Схема аварийного освещения с одним источником света для нормального и аварийного режима

### 1.3.4 Системы, с дополнительным прибором самостоятельного запуска резерва

Модули аварийного освещения схемы, которая использует прибор самостоятельного запуска резерва, представлены следующими компонентами:

- первый ввод энергии;
- второй ввод;
- третий ввод;
- группа автоматических выключателей;
- четыре контакта реле;
- реле, контролирующее напряжение в электросети;
- две шины питания для разных режимов работы.

Если электричество подается на первый ввод, то оно проходит через один контакт, один автоматический выключатель и через шину для нормального режима работы. Если произошел сбой в подаче электроэнергии на первый ввод, ранее используемый контакт размыкается, одновременно с этим

замыкается контакт для аварийной работы, после чего электроэнергия поступает на потребителей со второго ввода.

Если электроэнергия не поступает на оба первых ввода, система сигнализирует об этом и в автоматическом режиме запускается топливный генератор, после чего происходит замыкание третьего аварийного контакта.

После чего электроэнергия поступает на третий ввод. В случае необходимости два реле стабилизируют напряжения на вводе и продолжают контролировать его.

Данные устройства не только оценивают значение напряжения, но и его динамику. То есть система контролирует скачки и провалы в поступлении электроэнергии. Благодаря этому можно не бояться пропаданий света или мигания ламп. Схема аварийного освещения с АВР представлена на рисунке 1.12.

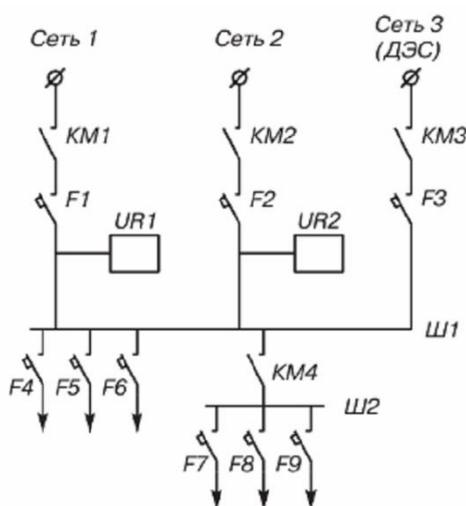


Рисунок 1.12 – Схема аварийного освещения с АВР

Осветительный элемент подключается к шине для нормальной работы посредством автоматических защитных устройств, а к шине для нештатной ситуации через защитные устройства, в то время как сама шина подключается к первой посредством четвертого контакта реле [25].

Второй ввод электроэнергии может быть представлен отдельной фазой сети или просто независимой системой питания. Очень часто для таких целей используют инверторы, которые трансформируют заряд аккумулятора в

переменный ток. Данные системы очень часто устанавливаются на стадионах и других местах скопления людей.

Основным плюсом данных систем является длительный срок эксплуатации осветительных элементов, поскольку они не подвержены разрушительному воздействию скачков напряжения, а также важна надежная резервация энергии.

Вышеописанные системы нештатного освещения способны обеспечить на практике любой случай резервирования энергии. Также следует упомянуть о том, что необходимо позаботиться не только о нештатном освещении, но и подаче электроэнергии на технику, резкое прекращение работы которой может повлечь неприятные последствия.

Любая система нештатного освещения оснащается аккумуляторными батареями, а также преобразователями электрического тока. Как показывает практика, наиболее надежными на протяжении всего срока эксплуатации являются батареи, которые надежно герметизированы.

Любая система нештатного освещения обладает модульной структурой. Существует возможность монтировать ее на стены и на потолок, в некоторых случаях используются подвесные конструкции. В модулях находятся полупроводниковые инверторные компоненты, которые способны превратить до 90% заряда аккумуляторной батареи в переменный ток. Также благодаря модульной конструкции очень просто производить ремонт одного из элементов системы, а также быстро менять конфигурацию системы. Таким образом, система получается более надежной и долговечной.

Более дорогостоящие системы нештатного освещения могут дополнительно оснащаться сигнализирующим оборудованием, а также техникой для контроля основных функций. Данная техника в автоматическом режиме диагностирует состояние аккумуляторных батарей, а также работоспособность всей конструкции. Некоторые системы оснащаются даже устройствами для удаленного контроля [26].

### 1.3.5 Альтернативные методы аварийного освещения

Не всегда необходима сложная схема, и аварийное освещение должно быть запитано именно от отдельных групп освещения. Для небольших по площади зданий, для которых достаточно до 50 ламп, значительно целесообразнее использовать светильники со встроенным аккумулятором.

Суть данной схемы заключается в следующем. Вы приобретаете специальные светильники со встроенным аккумулятором. Этот светильник уже имеет встроенный инвертор, который подзаряжает батарею. В нормальных условиях он питается от сети переменного тока. При исчезновении питания он отключается от сети переменного тока и начинает работать от аккумулятора. Время его работы обычно не превышает 3 часов [27].

## 2. Объект и методы исследования

### 2.1 Характеристика объекта

Объект исследования – МГК «Световые Технологии» г. Рязань, – крупнейший производитель и поставщик светотехнических решений.

МГК «Световые Технологии» в своей деятельности уделяет большое внимание вопросам охраны окружающей среды и стремится к снижению негативного влияния на окружающую среду.

Предприятием разработана и ведется экологическая политика основными целями, которой являются:

- внедрение передовых разработок и технологий с целью повышения уровня полезного использования сырьевых ресурсов при максимально возможном выпуске продукции;
- сокращение выбросов за счет установки современных установок очистки газов, сокращение сбросов загрязняющих веществ за счет использования воды в системе оборотного водоснабжения и снижение объемов размещения отходов наряду с увеличением объемов производства за счет внедрения новых технологий, оборудования, и повышения уровня автоматизации управления технологическими процессами;
- повышение эффективности производственного контроля и экологического мониторинга на предприятиях на основе внедрения современных информационных технологий, методов технической диагностики;
- информирование и поддержание активного диалога с заинтересованными сторонами, общественностью и населением по вопросам деятельности компании в области экологической безопасности;
- обустройство санитарно-защитных зон;
- образовательные программы;
- научно-исследовательская деятельность [28].

Предметом исследования является разработка проекта аварийного освещения здания административно-бытового комплекса МГК «Световые Технологии». Общая площадь административно-бытового комплекса составляет 4300 м<sup>2</sup>. В дальнем крыле здания находится общежитие на 400 мест.

Оборудованы душевые, санузлы, «грязная» и «чистая» раздевалки, прачечная, комнаты для отдыха и занятий спортом. Эта часть соединена с административным переходом. В последнем размещаются столовая, кухня, кабинеты ИТР, приемная и актовый зал[29].

Окна расположены по всему периметру здания, вследствие чего создается достаточная естественная освещенность. Помещения, в которых окна отсутствуют (помещение уборочного инвентаря, входные тамбуры) не являются местом постоянного пребывания людей и не требуют естественной освещенности.

Отделка основных помещений выполнена светлой краской, декоративной штукатуркой, пол покрыт светлым линолеумом, коэффициенты отражения: потолка – 80%, стен – 50%, пола – 30%.

## 2.2 Методы исследования

При расчете осветительной установки (ОУ) определяют число и мощность источников света для реализации нормированной освещенности в заданной точке пространства. В некоторых случаях проводят поверочные расчеты существующей осветительной установки с целью оптимизации ее количественно-энергетических показателей.

В зависимости от поставленной задачи выбирается метод расчета.

### 2.2.1 Расчет освещенности по методу коэффициента использования светового потока

При расчете освещенности от точечного источника методом коэффициента использования берется рабочая формула:

$$E_n = \frac{N \cdot \Phi \cdot \eta}{S \cdot z \cdot K_3}, \text{ лк}, \quad (2.1)$$

Из формулы (2.1), в зависимости от поставленной задачи можно получить:

- суммарный световой поток ламп светильника:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot K_3}{N \cdot \eta}, \quad (2.2)$$

- число светильников:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot K_3}{\Phi \cdot \eta}, \quad (2.3)$$

Значение коэффициента минимальной освещенности  $z$  на практике принимают равным 1,15 при расположении светильников по вершинам квадратных световых полей и  $z = 1,1$  при освещении линиями люминесцентных светильников.

При известном числе светильников рассчитывается поток  $\Phi$  и выбирается по каталогу стандартная лампа так, чтобы ее поток отличался от расчетного значения потока  $\Phi$  не более чем на  $-10 \div +20$  %. В противном случае корректируется значение  $N$ .

При расчете освещенности от светящихся линий люминесцентных светильников в выражение для  $E_n$  подставляется число рядов  $n$  вместо числа светильников  $N$ , т.е.:

$$E_n = \frac{n \cdot \Phi \cdot \eta}{S \cdot z \cdot K_3}, \text{ лк} \quad (2.4)$$

где  $\Phi$  – суммарный поток ламп светящей линии.

При выбранном типе светильника и суммарным световым потоком число светильников в ряду можно определить по формуле (2.5):

$$N_{\text{сл}} = \frac{\Phi}{\sum \Phi_n} \quad (2.5).$$

Суммарная длина светильников должна быть сопоставимой с длиной помещения, и в случае отличия возможна реализация одного из трех случаев.

1. При превышении длины светящей линии над длиной помещения возможны следующие решения:

- увеличение числа рядов светящихся линий;
- компоновка рядов на сдвоенных светильниках;
- применение ламп с большим значением  $\Phi_n$ .

2. Устройство непрерывного ряда светильников при равенстве длин светящей линии и помещения.

3. Устройство разрывного ряда светильников светящей линии с равномерными расстояниями между светильниками в ряду, удовлетворяющем условию, что расстояние между светильниками  $\lambda$  не превысит половины расчетной высоты  $h$ .

Коэффициент использования  $\eta$ , определяющий экономичность светильника, зависит от его КПД, КСС – от коэффициентов отражения потолков  $\rho_n$ , стен  $\rho_c$ , расчетной плоскости  $\rho_p$  и от значения индекса помещения  $i$ , который определяется по формуле (2.6):

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \quad (2.6)$$

где  $A$  и  $B$  – стороны помещения;

$S$  – площадь помещения;

$h$  – расчетная высота.

Зависимость  $\eta$  от перечисленных факторов учитывается тем, что для каждого светильника или группы светильников с близкими характеристиками составляется отдельная таблица коэффициентов использования, в которой также учитывается характерное значение  $\lambda_c$  светильника и коэффициенты отражения. Коэффициенты отражения оцениваются субъективно или предположительно, и так как их точные значения неизвестны, то из усредненных значений  $\rho_n = \rho_c = 70; 50; 30; 10 \%$  и  $\rho_p = 30; 10; 0 \%$  выбираются их наиболее вероятные сочетания.

## 2.2.2 Точечный метод расчета прямой составляющей горизонтальной освещенности

Ставится задача обеспечения наименьшей освещенности при выбранном типе светильников с точечными излучателями, а также их расположения и известном коэффициенте запаса  $K_3$ . Расчет ведется для наихудшего случая, т.е. для точки наименее освещенной в пределах поверхности, на которой должна быть обеспечена нормированная освещенность.

Для этого определяют расстояние  $d_i$  от контрольной точки до проекции каждого светильника на расчетную поверхность и по графикам пространственных изолукс или с использованием аналитического выражения КСС, при известной расчетной высоте  $h$  находят значение относительной освещенности  $\varepsilon$  или  $e$  (для лампы со световым потоком в 1000 лм) каждого светильника и, суммируя их расчетные значения, определяют суммарную относительную освещенность  $\sum \varepsilon$  или  $\sum e$  от группы светильников в контрольной точке.

Влияние удаленных светильников, не учтенных в данных суммах, а также света, отраженного от стен и потолков помещения, учитывается коэффициентом дополнительной освещенности  $\mu$ . Из-за сложности расчет точного значения коэффициента дополнительной освещенности обычно принимают  $\mu = 1,0 \div 1,2$ . Тогда значение реализуемого светового потока  $\Phi$  определяется по формуле (2.7) или (2.8):

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3 \cdot h^2}{\eta_n \cdot \mu \cdot \sum \varepsilon}, \text{ лм}, \quad (2.7)$$

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3 \cdot h^2}{\eta_n \cdot \mu \cdot \sum e}, \text{ лм}, \quad (2.8)$$

где  $\eta_n$  – КПД осветительного прибора для нижней полусферы (при использовании графиков линейных изолукс не учитывается).

При общем равномерном освещении крупных помещений основными контрольными точками, в которых определяются минимальные значения суммарной относительной освещенности  $\sum \varepsilon$ , являются центр углового поля и

середина его длинной стороны. После определения значения светового потока подбирается лампа, световой поток которой отличается от расчетного не более чем на  $-10 \div +20 \%$ , и при невозможности подбора близкой по параметрам корректируется положение светильников.

### 2.2.3 Расчет освещенности на горизонтальной плоскости от светящей линии

С учетом многих излучателей светящей линии рабочая формула для расчета линейной плотности светового потока  $\Phi'$  имеет вид:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3 \cdot h}{\mu \cdot \sum \varepsilon}, \text{ лм}, \quad (2.9)$$

Относительная освещенность в контрольной точке определяется по формуле (2.10):

$$\varepsilon = \frac{I_\gamma}{2 \cdot (p'^2 + 1)} \cdot \left[ \frac{L' \cdot \sqrt{p'^2 + 1}}{L'^2 + p'^2 + 1} + \arctg \frac{L'}{\sqrt{p'^2 + 1}} \right] = I_\gamma \cdot f \cdot (p', L'). \quad (2.10)$$

На основании расчетного значения линейной плотности потока  $\Phi'$ , полученного по рабочей формуле (2.9), производится компоновка светящей линии.

### 2.2.4 Расчет освещенности от светящей линии с использование аналитического выражения КСС

При расчете освещенности от реальных светильников делается допущение, что в продольных плоскостях светораспределение является косинусным, а в поперечной плоскости задается паспортной кривой  $I_\alpha = f(\alpha)$ . В этом случае для горизонтальной плоскости формула для расчета относительной освещенности будет иметь вид:

$$\varepsilon = \frac{I_2 \cdot h^2}{2 \cdot (h^2 + p^2)} \cdot \left[ \frac{L_{CB} \cdot \sqrt{h^2 + p^2}}{L_{CB}^2 + h^2 + p^2} + \arctg \frac{L_{CB}}{\sqrt{h^2 + p^2}} \right], \quad (2.11)$$

Линейная плотность потока  $\Phi'$  определяется по известной расчетной формуле (2.12):

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3 \cdot h}{\mu \cdot \Sigma \varepsilon}. \quad (2.12)$$

### 2.2.5 Учет отраженной составляющей освещенности

При высоких значениях коэффициентов отражения потолка, стен, пола, а также в тех случаях, когда светильники не относятся к классу прямого света, при точечном методе расчета необходимо учитывать отраженную составляющую освещенности. В данном случае более целесообразно воспользоваться известными приближенными решениями.

При равномерном освещении или при небольшой степени локализации отражающую составляющую можно считать равномерно распределенной по площади помещения, и при расчете осветительной установки на нормируемую освещенность с учетом отраженной составляющей формула для расчета последней имеет вид:

$$E_0 = \frac{N \cdot \Phi \cdot (\eta_p - \eta_r)}{S \cdot K_3}, \quad (2.13)$$

где  $N$  – число светильников;

$\Phi$  – световой поток источника света с учетом КПД светильника  $\eta_{св}$ ;

$\Phi_l$  – суммарный световой поток ламп светильника;

$\eta_p$  – коэффициент использования светильника при заданных значениях коэффициентов отражения потолка, стен, расчетной поверхности или пола  $\rho_p$ ,  $\rho_c$ ,  $\rho_p$ ;

$\eta_r$  – коэффициент использования черного помещения

$S$  – площадь помещения;

$K_3$  – коэффициент запаса [30].

### 2.3 Выбор методики расчёта аварийного освещения

В данной ВКР расчет аварийного освещения здания административно-бытового комплекса МГК «Световые Технологии» будет произведен согласно методу коэффициента использования.

Основной расчет выполняется в программе DIALux.

### 3. Расчет и аналитика

#### 3.1 Расчет и проектирование аварийного освещения в административно-бытовом комплексе МГК «Световые Технологии»

Целью расчета является выбор количества светильников, определение мощности источников света, расположение их в помещении здания, а также расчет осветительной сети. Расчет искусственного освещения административно-бытового комплекса ведется в следующей последовательности:

1. Выбор типа источников света.
2. Выбор осветительных приборов.
3. Выбор системы освещения.
4. Выбор норм освещенности.
5. Расчет общего освещения методом коэффициента использования светового потока.

##### 3.1.1 Выбор источников света

Из всего многообразия выпускаемых промышленностью источников света для освещения помещений наиболее приемлемы светодиодные (LED) и люминесцентные лампы (ЛЛ), а в исключительных случаях лампы накаливания (ЛН).

Высокая световая отдача, значительный срок службы, более благоприятный спектральный состав излучения светодиодных ламп позволяют проектировщикам уверенно отдавать им предпочтение [31].

При выборе источника света руководствуются назначением помещения и его площадью. Также выбор типа источников освещения зависит от особенностей зрительной работы (уровня зрительного напряжения,

необходимости различать цветовые оттенки, необходимости слежения за движущимися объектами и т.п.).

Для помещений, где необходимо создать особо благоприятные условия для зрительной работы, выбираются люминесцентные лампы. Для подсобных и производственных помещений, в которых по выполняемым в них работам, требуется низкие или средние уровни освещённости выбирают лампы накаливания, которые благодаря не высокой стоимости, простоте обслуживания, незначительными размерами и независимости их работы от условий внешней среды являются источниками света массового применения [32].

### 3.1.2 Выбор осветительных приборов.

В проекте аварийного освещения административно-бытового комплекса будет использоваться продукция ООО МГК «Световые Технологии». В таблице 3.1 представлена рекомендуемая продукция.

Таблица 3.1 – Рекомендуемая продукция ООО МГК «Световые Технологии»

<b>MIZAR 4023-3 LED SP</b>	
	Световой указатель с 2-х сторонним указанием маршрутов эвакуации. Дистанция распознавания до 40 м. Устанавливаются на стену или поверхность потолка.
<b>OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K</b>	
	Накладной светодиодный светильник для учебных и офисных помещений с равномерной, бестеновой засветкой рассеивателя.
<b>OPL/R ECO LED 595 EM 4000K</b>	
	Встраиваемый светодиодный светильник для учебных и офисных помещений с равномерной, бестеновой засветкой рассеивателя.

Продолжение таблицы 3.1

<b>LYRA 4221-4 LED</b>	
	Светильники обладают высоким световым потоком, все модификации предлагаются в двух исполнениях по степени защиты: IP 42 и IP 65.
<b>OPL/R ECO LED 595 4000K</b>	
	Встраиваемый светодиодный светильник для учебных и офисных помещений с равномерной, бестеневой засветкой рассеивателя.
<b>SLICK.PRS ECO LED 30 4000K</b>	
	Крепление светильника непосредственно на поверхность потолка с помощью монтажных пластин. Возможна установка светильника на тросовый подвес. Корпус изготовлен из литого под давлением алюминиевого сплава, покрыт серой порошковой краской.
<b>CD LED 27 4000K</b>	
	Накладной светодиодный светильник для внутреннего освещения помещений, в том числе с повышенным содержанием влаги и пыли, а также для внешнего освещения фасадов зданий под навесом (IP65). Корпус изготовлен из поликарбоната белого цвета.
<b>SAFARI DL LED 20 4000K</b>	
	Светодиодные светильники типа Downlight. Конструкция светильника делает возможным простой и легкий монтаж, а оптическая часть с матовым рассеивателем из ПММА обеспечивает мягкий рассеянный свет без слепящего эффекта. Источник питания расположен отдельно
<b>OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K</b>	
	Поверхность светильника устойчива для обработки дезинфицирующими жидкостями. Цельнометаллический сварной корпус из листовой стали, покрытый белой порошковой краской. По периметру рамки рассеивателя закреплен силиконовый уплотнитель, обеспечивающий IP54.

В здании административно-бытового комплекса сделаны подвесные потолки, поэтому для обеспечения равномерного освещения таких помещений устанавливаем встраиваемые светодиодные светильники производства ООО МГК «Световые Технологии».

Осветительные приборы в здании рекомендуется размещать рядами, параллельно длинной стороне помещения с окнами, с отдельным включением и отключением рядов.

### 3.1.3 Обоснование вида и выбор системы освещения

При устройстве осветительных установок применяются две системы освещения:

1. Система общего освещения.
2. Система комбинированного освещения.

Система общего освещения применяется для освещения всего помещения, в том числе рабочих поверхностей.

Общее освещение может осуществляться двумя способами: равномерным размещением светильников под потолком и неравномерным. При равномерном размещении создаётся более или менее равномерная освещённость по всей площади помещения. Освещение равномерным размещением светильников применяется, когда в производственных помещениях технологическое оборудование расположено равномерно по всей площади помещения с одинаковыми условиями зрительной работы или когда необходимо в помещениях общественного или административного назначения обеспечить равномерное освещение. Если в освещаемом помещении имеются рабочие поверхности, требующие различный уровень освещённости, то для создания на них требуемой освещённости светильники размещают, локализовано в зависимости от расположения рабочей поверхности или производственного оборудования.

Применение локализованного освещения позволяет снизить установленную мощность осветительной установки по сравнению с равномерным освещением. Однако локализованное освещение имеет существенный недостаток – оно создаёт повышенную неравномерность распределения яркостей в поле зрения.

Система комбинированного освещения уменьшает установленную мощность и расход электроэнергии (лампы местного освещения включаются только во время выполнения работ на рабочих местах). Однако несмотря на преимущество комбинированного освещения, капитальные затраты на его устройство больше чем на устройство общего освещения.

В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями все рабочие места с постоянным пребыванием людей должны иметь как естественное, так и искусственное освещение.

Для административно-бытового комплекса выбираем рабочее освещение с равномерным расположением светильников, а также аварийное освещение.

### 3.1.4 Выбор норм освещенности

Для искусственного освещения офисных помещений административно-бытового комплекса рекомендуется предусматривать общее освещение с уровнем освещенности не ниже значений, приведенных в СНиП 23-05-95.

Для определения значения освещённости необходимо тщательное изучение всего технологического процесса, происходящего в освещаемом помещении.

Во время эксплуатации осветительной установки, освещённость на рабочих поверхностях уменьшается, так как со временем световой поток ламп снижается. Это происходит за счет загрязнения светильников, осветительной аппаратуры и отражающих поверхностей – стен и потолков. Для поддержания значения освещенности на рабочих поверхностях на уровне нормируемой в течение всего времени эксплуатации, ее расчетное значение принимают больше

нормируемой. Это учитывается коэффициентом запаса  $K_{зан}$ , который всегда больше единицы и характеризует кратность между расчетным и нормированным значениями освещенности.

Уровни освещенности  $E_{норм}$  для соответствующих помещений административно-бытового комплекса с учетом разряда и подразряда зрительной работы приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. – Нормы освещенности административно-бытового комплекса

Помещение административно-бытового комплекса	Разряд и подразряд зрительной работы по СНиП 23-05-95	Площадь, м <sup>2</sup>	Освещенность, лк
1 этаж			
1 Раздевалка	Ж-1	11,12	75лк
2 С/у	Ж-2	2,92	75лк
3 Душ	Ж-1	2,12	75лк
4 Раздевалка	Ж-1	9,5	75лк
5 Зав.столовой	Б-1	35,06	300лк
6 Расходный склад	Ж-1	16,55	75лк
7 Коридор	В-2	62,7	100лк
8 ЛК	В-2	1,89	100лк
9 ЛК	В-2	1,89	100лк
10 Коридор	В-2	10,32	100лк
11 Кондитерский цех	Б-1	10,33	300лк
12 Овощной цех	Б-1	19,06	300лк
13 Мясной/рыбный цех	Б-1	16,59	300лк
14 Кухня	Б-1	136,3	300лк
15 Мойка	В-1	16,01	200лк
16 Столовая рабочих	В-1	517,33	200лк
17 Раздача	Б-1	29,3	300лк
18 Столовая ИТР	В-1	217,49	200лк
19 Буфет	В-1	73,02	200лк
20 Коридор	В-2	335,9	100лк
21 КУИ	Ж-1	19,4	75лк
22 С/у	Ж-2	20,1	75лк

Продолжение таблицы 3.2

23 Коридор	В-2	16,55	100лк
24 Гардероб	В-1	39,09	150лк
25 Вестибюль	В-1	244,95	150лк
26 Тамбур	В-2	41,8	100лк
27 Тамбур	В-2	7,4	100лк
28 Музей	Б-1	72,12	300лк
29 ЛК	В-2	2,073	100лк
30 ЛК	В-2	2,04	100лк
2 этаж			
1 Душ	Ж-1	109,56	75лк
2 ЛК	В-2	13,24	100лк
3 Хранение	Ж-1	31,5	75лк
4 Хранение	Ж-1	30,5	75лк
5 ЛК	В-2	2,5	100лк
6 Коридор	В-2	3,32	100лк
7 Коридор	В-2	20,83	100лк
8 Чистая раздевалка	Ж-1	130,62	75лк
9 Душ ИТР	Ж-1	32,7	75лк
10 С/у	Ж-2	33,9	75лк
11 Грязная раздевалка	Ж-1	264,2	75лк
12 Чистая раздевалка	Ж-1	358,8	75лк
13 Грязная раздевалка	Ж-1	393,7	75лк
14 Кабинет	Б-1	43,2	300лк
16 Вестибюль	В-1	121,4	150лк
17 Тамбур	В-2	5,5	100лк
18 ЛК	В-2	19,8	100лк
3 этаж			
1 Кабинет	Б-1	45,56	300лк
2 Кабинет	Б-1	41,7	300лк
3 Кабинет	Б-1	45,7	300лк
4 Конференц зал	Б-1	128,9	300лк
5 С/у	Ж-2	13,11	75лк
6 ЛК	В-2	11,8	100лк
7 Конференц зал	Б-1	112,649,8	300лк

Продолжение таблицы 3.2

8 Архив	Ж-1	57,9	75лк
9 Архив	Ж-1	49,52	75лк
10 Архив	Ж-1	49,5	75лк
11 Конференц зал	Б-1	143,3	300лк
12 С/у	Ж-2	4,11	75лк
13 С/у	Ж-2	3,31	75лк
14 ЛК	В-2	14,68	100лк
15 Конференц зал	Б-1	136,02	300лк
16 Чайная	В-1	35,38	200лк
17 Кабинет	Б-1	44,28	300лк
18 Кабинет	Б-1	44,8	300лк
19 Кабинет	Б-1	44,7	300лк
20 Кабинет	Б-1	44,9	300лк
21 Кабинет	Б-1	44,5	300лк
22 ЛК	В-2	19,6	100лк
23 С/у	Ж-2	17,34	75лк
24 С/у	Ж-2	15,8	75лк
25 Кабинет	Б-1	44,67	300лк
26 Кабинет	Б-1	24,39	300лк
27 Кабинет	Б-1	45,2	300лк
28 Кабинет	Б-1	45,09	300лк
29 Кабинет	Б-1	44,97	300лк
30 Кабинет	Б-1	47,45	300лк
31 Кабинет	Б-1	41,03	300лк
32 Кабинет	Б-1	45,9	300лк
33 Кабинет	Б-1	44,98	300лк
34 С/у	Ж-2	41,66	75лк
35 Кабинет	Б-1	36,68	300лк
36 Кабинет	Б-1	30,55	300лк
37 Тамбур	В-2	5,95	100лк
38 ЛК	В-2	19,43	100лк
39 Кабинет	Б-1	45,04	300лк
40 Кабинет	Б-1	42,34	300лк
41 Кабинет	Б-1	41,15	300лк

Окончание таблицы 3.2

42 Конференц зал	Б-1	208,68	300лк
43 Кабинет	Б-1	41,51	300лк
44 Кабинет	Б-1	43,67	300лк
45 Кабинет	Б-1	47,63	300лк
46 Кабинет	Б-1	43,9	300лк
47 Кабинет	Б-1	44,39	300лк
48 Кабинет	Б-1	33,87	300лк
49 Чайная	В-1	31,16	200лк
50 Конференц зал	Б-1	99,16	300лк
51 Кабинет	Б-1	49,09	300лк
52 Кабинет	Б-1	40,44	300лк
53 Кабинет	Б-1	41,57	300лк
54 Кабинет	Б-1	33,98	300лк
55 Кабинет	Б-1	50,01	300лк
56 Кабинет	Б-1	30,09	300лк
57 Кабинет	Б-1	37,27	300лк
58 Кабинет	Б-1	31,45	300лк
59 Кабинет	Б-1	30,71	300лк
60 Архив	Ж-2	14,5	75лк
61 Кабинет	Б-1	28,78	300лк
62 Кабинет	Б-1	29,96	300лк
63 Кабинет	Б-1	29,05	300лк
64 Кабинет	Б-1	14,73	300лк
65 ЛК	В-2	13,77	100лк
66 Кабинет	Б-1	28,29	300лк
67 Коридор	В-2	638,45	100лк
68 Коридор	В-2	227,3	100лк
69 Коридор	В-2	2722,06	100лк

Планы помещений 1, 2, и 3 этажей представлены в приложениях А, Б и В соответственно.

### 3.1.5. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока

Во всех помещениях административно-бытового комплекса должно быть общее равномерное освещение горизонтальных поверхностей. Расчет освещения произведен методом коэффициента использования светового потока. По этому методу расчётную освещённость на горизонтальной поверхности определяют с учётом светового потока падающего от светильников непосредственно на поверхность и отражённого от стен, потолка и самой поверхности. Так как этот метод учитывает и долю освещённости, создаваемую отражённым световым потоком, его применяют для расчёта освещения помещений, где отражённый световой поток играет существенную роль, т.е. для помещения со светлыми стенами и потолками при светильниках рассеянного и преимущественно отражённого света.

На коэффициент использования влияют следующие факторы:

1. Тип и КПД светильника.
2. Геометрические размеры помещения.
3. Высота подвеса светильника над освещаемой поверхностью.
4. Окраска стен и потолка.

Влияние геометрических размеров помещения на величину коэффициента использования характеризуются показателем (индексом) помещения  $i$ , определяемым для прямоугольных помещений по формуле (3.1):

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \quad (3.1)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$h$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

С учетом коэффициентов  $K_{зап}$  и  $z$  получаем основное расчетное уравнение метода коэффициента использования:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{норм} \cdot S \cdot K_{зап} \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (3.2)$$

где  $\Phi_{л}$  – световой поток источника света, лм;

$E_{норм}$  – нормированное значение освещенности, лк;

$N$  – число ламп в освещаемом помещении, шт;

$Z$  – коэффициент, учитывающий равномерность освещения;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, в долях единицы.

Коэффициент запаса  $K_{зап}$  принимаем равным 1,1.

Коэффициент  $z$ , учитывающий равномерность освещения, выбираем 1 для светодиодных светильников.

При освещении помещения светодиодными светильниками по известному потоку лампы  $\Phi_{л}$  определяем количество ламп по формуле (3.3):

$$N = \frac{E_{норм} \cdot S \cdot K_{зап} \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot \eta} \quad (3.3)$$

Произведём расчет освещения для помещения №19 (буфет, 1 этаж).

Характеристика помещения:

- длина  $A = 8,27$  м;
- ширина  $B = 8,82$  м;
- высота  $h = 3$  м;
- $S = 72,9$  м<sup>2</sup>;
- $K_{зап} = 1,1$ ;
- $z = 1$ ;
- коэффициент отражения потолка – 80%, стен – 50%, пола – 30%.

Светильники Lighting Technologies OPL/R ECO LED 595 EM 4000K (3600 лм). Рассчитаем индекс помещения по формуле (3.1):

$$i = \frac{72,9}{3 \cdot (8,27 + 8,82)} = 1,42$$

Зная индекс помещения, а также коэффициенты отражения потолка, стен и пола выбираем коэффициент использования светового потока по таблице, представленной в приложении Г,  $\eta = 0,49$ .

По формуле (3.3) определяем требуемое количество светильников для основного освещения:

$$N = \frac{E_{норм} \cdot S \cdot K_{зап} \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 72,9 \cdot 1,1 \cdot 1}{3600 \cdot 0,38} = 9$$

Для остальных помещений административно-бытового комплекса расчет количества светильников осуществлялся в программе DIALux. Результаты представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Требуемая освещенность и количество светильников основного и аварийного освещения

Помещение АБК	Марка светильника основного освещения	Кол-во свет. основного освещения	Марка свет. аварийного освещения	Кол-во свет. аварийного освещения
1 этаж				
1 Раздевалка 75лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	1	-	-
2 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	1	-	-
3 Душ 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	1	-	-
4 Раздевалка 75лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	1	-	-
5 Зав. Столовой 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	9	-	-
6 Расходный склад 75лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	2	-	-
7 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	2	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	3
			LYRA 4221-4 LED	3
8 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	1
9 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	1
			LYRA 4221-4 LED	1
10 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	1	LYRA 4221-4 LED	1
			OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	1
11 Кондитерский цех 300лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	4	-	-
12 Овощной цех 300лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	4	-	-
13 Мясной/рыбный цех 300лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	4	-	-
14 Кухня 300лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	15	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	3
			LYRA 4221-4 LED	1

Продолжение таблицы 3.3

15 Мойка 200лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	3	-	-
16 Столовая рабочих 200лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	27	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	13
			MIZAR 4023-3 LED SP	3
17 Раздача 300лк	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	10	MIZAR 4023-3 LED SP	3
18 Столовая ИТР 200лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	14	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	8
			MIZAR 4023-3 LED SP	3
19 Буфет 200лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	7	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	2
20 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	4	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	5
			MIZAR 4023-3 LED SP	4
21 КУИ 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	3	-	-
22 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	9	-	-
23 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	2	-	-
24 Гардероб 150лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	4	-	-
25 Вестибюль 150лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	10	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	5
			MIZAR 4023-3 LED SP	2
			LYRA 4221-4 LED	2
26 Тамбур 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	2	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	2
			LYRA 4221-4 LED	1
27 Тамбур 100лк	-	-	LYRA 4221-4 LED	1
28 Музей 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	4
			LYRA 4221-4 LED	1
29 ЛК 100лк	-	-	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	1
30 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	3
2 этаж				
1 Душ 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	10	-	-

Продолжение таблицы 3.3

2 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
3 Хранение 75лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	2	-	-
4 Хранение 75лк	SLICK.PRS ECO LED 30 4000K	2	-	-
5 ЛК 100лк	CD LED 27 4000K	1	-	-
6 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	1	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	2
7 Коридор 100лк	-	-	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	2
			LYRA 4221-4 LED	1
8 Чистая раздевалка 75лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	3	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	4
9 Душ ИТР 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	4	-	-
10 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	11	-	-
11 Грязная раздевалка 75лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	4
			LYRA 4221-4 LED	1
12 Чистая раздевалка 75лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	10	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	6
			LYRA 4221-4 LED	2
13 Грязная раздевалка 75лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	13	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	6
14 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
15 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
16 Вестибюль 150лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	4	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	3
			LYRA 4221-4 LED	1
17 Тамбур 100лк	-	-	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	1
18 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
3 этаж				
1 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
2 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
3 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
4 Конференц зал 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	16	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	4

Продолжение таблицы 3.3

5 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	2	-	-
6 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
7 Конференц зал 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	16	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	4
			LYRA 4221-4 LED	1
8 Архив 75лк	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	4	-	-
9 Архив 75лк	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	4	-	-
10 Архив 75лк	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	4	-	-
11 Конференц зал 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	16	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	4
			LYRA 4221-4 LED	1
12 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	1	-	-
13 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	1	-	-
14 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
15 Конференц зал 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	15	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	6
			LYRA 4221-4 LED	1
16 Чайная 200лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	4	-	-
17 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
18 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
19 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
20 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
21 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
22 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
23 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	5	-	-
24 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	5	-	-

Продолжение таблицы 3.3

25 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
26 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	5	-	-
27 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
28 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
29 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
30 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
31 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
32 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
33 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
34 С/у 75лк	SAFARI DL LED 20 4000K	6	-	-
35 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
36 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
37 Тамбур 100лк	-	-	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	1
38 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
39 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
40 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
41 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
42 Конференц зал 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	22	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	6
			LYRA 4221-4 LED	1
43 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
44 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
45 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
46 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
47 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
48 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-

Продолжение таблицы 3.3

49 Чайная 200лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	4	-	-
50 Конференц зал 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	11	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	5
			LYRA 4221-4 LED	1
51 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
52 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
53 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
54 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
55 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	8	-	-
56 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
57 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
58 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
59 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
60 Архив 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	2	-	-
61 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
62 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
63 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
64 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	4	-	-
65 ЛК 100лк	-	-	OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	2
66 Кабинет 300лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	6	-	-
67 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	9	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	6
			MIZAR 4023-3 LED SP	3
68 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	7	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	5
			MIZAR 4023-3 LED SP	2
69 Коридор 100лк	OPL/R ECO LED 595 4000K	20	OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	14
			MIZAR 4023-3 LED SP	6

Сводная таблица светильников 1 этажа представлена ниже в таблице 3.4.

Схема расположения светильников 1 этажа в приложении Д.

Таблица 3.4 – Сводная таблица светильников 1 этажа

Марка светильника	Φ <sub>л</sub> , лм	Р <sub>л</sub> , Вт	Кол-во на этаже, шт
1. OPL/R ECO LED 595 4000K	3600	35	90
2. OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	3600	35	44
3. OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	3400	33	5
4. OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	3200	32	10
5. SAFARI DL LED 20 4000K	1850	20	14
6. SLICK.PRS ECO LED 30	3816	31	35
7. LYRA 4221-4 LED	202	4	11
8. MIZAR 4023-3 LED SP	50	3	15

Сводная таблица светильников 2 этажа представлена ниже в таблице 3.5.

Схема расположения светильников 2 этажа в приложении Е.

Таблица 3.5 – Сводная таблица светильников 2 этажа

Марка светильника	Φ <sub>л</sub> , лм	Р <sub>л</sub> , Вт	Кол-во на этаже, шт
1. CD LED 27 4000K	2350	22	1
2. OPL/R ECO LED 595 4000K	3600	35	52
3. OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	3600	35	28
4. OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	3400	33	4
5. SAFARI DL LED 20 4000K	1850	20	25
6. SLICK.PRS ECO LED 30	3816	31	4
7. LYRA 4221-4 LED	202	4	5

Сводная таблица светильников 3 этажа представлена ниже в таблице 3.6.

Схема расположения светильников 3 этажа в приложении Ж.

Таблица 3.6 – Сводная таблица светильников 3 этажа

Марка светильника	Φ <sub>л</sub> , лм	Р <sub>л</sub> , Вт	Кол-во на этаже,
1. OPL/R ECO LED 595 4000K	3600	35	465 шт
2. OPL/R ECO LED 595 EM 4000K	3600	35	45 шт
3. OPL/S ECO LED 1200 EM 4000K	3400	33	10 шт
4. OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	3200	32	12 шт
5. SAFARI DL LED 20 4000K	1850	20	23 шт
6. LYRA 4221-4 LED	202	4	5 шт
7. MIZAR 4023-3 LED SP	50	3	11

### 3.2 Расчет системы питания осветительных установок

Для питания осветительных установок используется напряжение 220 В.

Для нахождения расчетного значения мощности на каждом этаже воспользуемся формулой (3.4):

$$P_{\text{расч.}i} = \sum n \cdot P_{\text{л.}g}, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

где  $P_{\text{расч.}i}$  – расчетное значение мощности на  $i$ -том этаже, Вт;

$n$  – количество светильников  $g$ -того светильника;

$P_{\text{л.}g}$  – мощность  $g$ -того светильника, Вт.

По формуле (3.4) найдем расчетное значение мощности на 1 этаже:

$$P_{\text{расч.}1} = 35 \cdot 90 + 35 \cdot 44 + 33 \cdot 5 + 32 \cdot 10 + 20 \cdot 14 + 31 \cdot 35 + 4 \cdot 11 + 3 \cdot 15 = 6629 \text{ Вт} = 6,62 \text{ кВт}$$

Также произведем расчеты для 2 и 3 этажа:

$$P_{\text{расч.}2} = 3598 \text{ Вт} = 3,59 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{расч.}3} = 19077 \text{ Вт} = 19,07 \text{ кВт}$$

Далее находим расчетное значение тока на каждом этаже при помощи формулы (3.5):

$$I_{\text{расч.}i} = \frac{P_{\text{расч.}i}}{U \cdot \cos\varphi}, \text{ А} \quad (3.5)$$

где  $I_{\text{расч.}i}$  – расчетное значение тока на  $i$ -том этаже, А;

$U$  – напряжение ( $U = 220 \text{ В}$ );

$\cos\varphi$  – коэффициент мощности ( $\cos\varphi = 0,95$ ).

По формуле (3.5) найдем расчетное значение тока на 1 этаже:

$$I_{\text{расч.}1} = \frac{6629}{220 \cdot 0,95} = 31,7 \text{ А}$$

Также произведем расчеты для 2 и 3 этажа:

$$I_{\text{расч.}2} = \frac{3598}{220 \cdot 0,95} = 17,2 \text{ А}$$

$$I_{\text{расч.}3} = \frac{19077}{220 \cdot 0,95} = 91,2 \text{ А}$$

### 3.3 Выбор типа щитка

На вводе в здание расположен распределительный пункт. Он предназначен для приема электроэнергии от ТП и распределения электроэнергии по административно-бытовому комплексу. От него будет питаться групповой распределительный щит ЩР-1, предназначенный в свою очередь для питания осветительной сети.

Исходя из расположения помещений, все потребители разбиты на 10 групп. Выбираем щит марки ЩУРН-3/9УХЛЗ.

Нагрузка распределяется на 10 отходящих линий таким образом, что распределение нагрузки между фазами было равномерным. Это делается для того, чтобы избежать несимметрии трехфазной сети и тока в нейтральном проводе. Допуск по несимметрии составляет 5%. В таблице 3.7 представлен распределение нагрузки по фазам.

Таблица 3.7 – Распределение нагрузки по фазам

Этаж п/п	№ комнаты	$P_{расч.i},$ Вт	$I_{расч.i},$ А	№ фазы	№ группы
1	1-16	3357	16,06	L <sub>1</sub>	Группа 1
1	17-30	3445	16,5	L <sub>1</sub>	Группа 2
2	1-12	2798	13,9	L <sub>1</sub>	Группа 3
2	13-18	800	3,9	L <sub>3</sub>	Группа 4
3	1-8	2200	10,5	L <sub>2</sub>	Группа 5
3	9-15	1453	6,95	L <sub>3</sub>	Группа 6
3	16-31	3661	17,5	L <sub>2</sub>	Группа 7
3	32-44	3655	17,4	L <sub>2</sub>	Группа 8
3	45-57	3574	17	L <sub>3</sub>	Группа 9
3	58-69	3704	17,7	L <sub>3</sub>	Группа 10

Нагрузки фаз:  $P_{L1}=9,6$  кВт;  $P_{L2}=9,5$  кВт;  $P_{L3}=9,5$  кВт.

Наиболее нагруженная фаза L<sub>1</sub>:  $P_{расч.L1}=9,6$  кВт.

$$\frac{P_{расч.L1} - P_{расч.L2}}{P_{расч.L3}} \cdot 100 = \frac{9,6 - 9,5}{9,5} \cdot 100 = 1\%$$

### 3.4 Выбор марки и способа прокладки кабелей

Групповые сети электроосвещения выполняются 3-х проводными: фазный проводник ( $L$ ), нулевой рабочий ( $N$ ) и нулевой защитный ( $PE$ ) проводники. При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не должны подключаться на щите под общий контактный зажим.

В здании для групповых линий применим кабель марки ВВГ КЭАЗ. Сечение кабеля выбираем по расчетному току. Для осветительной сети принимаем сечение  $1,5 \text{ мм}^2$  и  $2,5 \text{ мм}^2$ .

### 3.5 Расчет и выбор защитной и пускорегулирующей аппаратуры

Поскольку для освещения основных помещений административно-бытового комплекса используются светодиодные лампы, необходимо провести расчет защитной и пускорегулирующей аппаратуры.

Для управления освещением в помещениях административно-бытового комплекса используем одноклавишные и двухклавишные выключатели.

Выключатели установлены на высоте  $1,5 \text{ м}$  от уровня пола.

При эксплуатации электрических сетей длительные перегрузки проводов и кабелей, а так же короткие замыкания вызывают повышение температуры токопроводящих жил свыше допустимых ПУЭ значений. Это приводит к преждевременному изнашиванию их изоляции, вследствие чего может произойти пожар, а также возможно поражение людей электрическим током.

Для предохранения от чрезмерного нагрева и короткого замыкания проводов и кабелей каждый участок электрической сети должен быть снабжен защитным аппаратом, обеспечивающим отключение аварийного участка.

В качестве аппаратов защиты применяем автоматические выключатели, так как плавкие предохранители, несмотря на их простоту и малую стоимость, имеют ряд существенных недостатков. Они не могут защитить линию от

перегрузки, так как допускают длительную перегрузку до момента плавления, при коротком замыкании в трехфазной линии возможно перегорание одного из трех предохранителей и линия остается в работе на двух фазах.

Автоматические выключатели, не обладая недостатками плавких вставок, обеспечивают быструю и надёжную защиту проводов и кабелей сети от токов перегрузки и короткого замыкания. Они могут быть также использованы для управления при нечастых включениях и отключениях. Таким образом, автоматические выключатели выполняют одновременно функции защиты и управления.

Автоматические выключатели выбираются по расчетному току, исходя из условия:

$$I_p < I_{\text{ном}} < I_{\text{откл}} ,$$

где  $I_p$  – расчетный ток защищаемой линии;

$I_{\text{ном}}$  – номинальный ток автоматического выключателя;

$I_{\text{откл}}$  – ток отключения.

Уставка тока отключения должна быть на 20-30% выше расчетного тока на данном участке. Расчетные токи в отходящих линиях приведены в таблице 3.7, поэтому выбираем однополюсные автоматические выключатели производства АВВ серии S321R с номинальными токами от 10 – 25 А.

Ток отключения автоматического выключателя на вводе группового щита выбираем по утроенному расчетному току наиболее загруженной фазы  $L_1$  по формуле (3.6):

$$I_p = \frac{3 \cdot P_{\text{расч.L1}}}{U \cdot \cos \varphi} \quad (3.6)$$

$$I_p = \frac{3 \cdot 9,6 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 137,8 \text{ А}$$

Таким образом, на вводе в ЩР-1 необходимо установить автоматический выключатель с номинальным током 140 А, например, NG 140-16/

Принципиальная электрическая схема 1 представлена в приложении И.

Рассмотрим пример расчёта ущерба от возможной ЧС, которая может произойти на объекте ООО МГК «Световые Технологии» – произошло возгорание технологического оборудования цеха металлообработки и покраски.

Площадь пожара не выходит за территорию здания цеха МОиП.

Эвакуация персонала прошла успешно, пострадавших нет. Возможный полный ущерб (ПУ) на объекте будет определяться прямыми ущербами (УПР), затратами на локализацию (ликвидацию последствий) пожара, косвенным ущербом (УК) и затратами на отключение разрушенных коммунально-энергетических сетей. В настоящей главе представлены расчеты прямого и косвенного ущерба нанесённого предприятию в результате пожара, и расчет необходимых затрат на его тушение.

Полный ущерб, состоящий из прямого и косвенного ущербов, определяется по формуле (4.1):

$$Y = Y_{\text{пр}} + Y_{\text{к}}, \text{ руб.} \quad (4.1)$$

где  $Y_{\text{пр}}$  – прямой ущерб, руб.;

$Y_{\text{к}}$  – косвенный ущерб, руб.;

#### 4.1 Оценка прямого ущерба

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС) и определяется по формуле (4.2):

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{ОПФ}} + C_{\text{ОС}}, \text{ руб.} \quad (4.2)$$

где  $C_{\text{ОПФ}}$  – ущерб основных производственных фондов, руб.;

$C_{\text{ОС}}$  – стоимость пострадавших оборотных средств, руб..

Основные фонды производственных предприятий складываются из материальных и вещественных ценностей производственного и непромышленного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это производственное, технологическое оборудование, коммунально-энергетические сети и производственное помещение, где произошёл пожар.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле (4.3):

$$C_{\text{ОПФ}} = C_{\text{ТО}} + C_{\text{кэс}} + C_{\text{з}}, \text{ руб.} \quad (4.3)$$

где  $C_{\text{ТО}}$  – ущерб, нанесённый технологическому оборудованию, руб.;

$C_{\text{кэс}}$  – ущерб, нанесённый коммунально-энергетическим сетям, руб.;

$C_{\text{з}}$  – ущерб, нанесённый производственному помещению, руб..

Ущерб, нанесённый технологическому оборудованию, находим по формуле (4.4):

$$C_{\text{ТО}} = \sum G_{\text{ТО}} \cdot C_{\text{ТО.ост.}}, \text{ руб.} \quad (4.4)$$

Определение относительной стоимости при пожаре, рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта по формуле (4.5):

$$G_{\text{ТО}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_0}, \quad (4.5)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями, м<sup>2</sup>;

$F_0$  – площадь объекта, м<sup>2</sup>.

$$G_{\text{ТО}} = \frac{80}{450} = 0,17777$$

Остаточная стоимость технологического оборудования рассчитывается по формуле (4.6):

$$C_{\text{ТО.ост.}} = n_{\text{ТО}} \cdot C_{\text{ТО.б.}} \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{а.ТО}} \cdot T_{\text{ТО.ф.}}}{100}\right), \quad (4.6)$$

где  $C_{\text{ТО.ост.}}$  – остаточная стоимость технологического оборудования, руб.;

$n_{\text{ТО}}$  – количество технологического оборудования, ед.;

$C_{\text{ТО.б.}}$  – балансовая стоимость технологического оборудования, руб.;

$N_{\text{а.ТО}}$  – норма амортизации технологического оборудования, %;

$T_{\text{то.ф.}}$  – фактический срок эксплуатации технологического оборудования, год.

Норма амортизации технологического оборудования рассчитывается по формуле (4.7):

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{T_{\text{то.ф.}}} \cdot 100 \quad (4.7)$$

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{20} \cdot 100 = 5 \%$$

По формуле (4.6) производим расчет остаточной стоимости технологического оборудования.

$$C_{\text{то.ост.}} = 20 \cdot 12000000 \cdot \left(1 - \frac{0,05 \cdot 20}{100}\right) = 23760000 \text{ руб.}$$

По формуле (4.4) рассчитываем ущерб, нанесённый технологическому оборудованию.

$$C_{\text{то}} = 0,17777 \cdot 23760000 = 4223815,2 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям (КЭС) рассчитывается по формуле (4.8):

$$C_{\text{кэс}} = \sum G_{\text{кэс}} \cdot C_{\text{кэс.ост.}} \text{ руб.} \quad (4.8)$$

Относительная величина ущерба при пожарах определяется путем соотнесения площади пожара к общей площади помещения объекта, и рассчитывается по формуле (4.9).

$$G_{\text{кэс}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_0}, \quad (4.9)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями,  $\text{м}^2$ ;

$F_0$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ .

$$G_{\text{кэс}} = \frac{80}{450} = 0,17777$$

Остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей рассчитывается по формуле (4.10):

$$C_{\text{кэс.ост.}} = n_{\text{щ}} \cdot C_{\text{кэс.б.}} \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{а.кэс}} \cdot T_{\text{кэс.ф.}}}{100}\right), \quad (4.10)$$

где  $C_{\text{кэс.ост.}}$  – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.;

$n_{щ}$  – количество электрощитов, подлежащих замене, ед.;

$C_{кэс.б.}$  – балансовая стоимость коммунально-энергетических сетей руб.;

$H_{а.кэс}$  – норма амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$T_{кэс.ф.}$  – фактический срок эксплуатации коммунально-энергетических сетей, год.

Норма амортизации коммунально-энергетических сетей рассчитывается по формуле (4.11):

$$H_{а.кэс} = \frac{1}{T_{кэс.ф.}} \cdot 100 \quad (4.11)$$

$$H_{а.кэс} = \frac{1}{21} \cdot 100 = 4,77 \%$$

По формуле (4.10) производим расчёт остаточной стоимости коммунально-энергетических сетей.

$$C_{кэс.ост.} = 8 \cdot 1500000 \cdot \left(1 - \frac{0,0477 \cdot 21}{100}\right) = 11879796 \text{ руб.}$$

По формуле (4.8) найдем ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям.

$$C_{кэс} = 0,17777 \cdot 11879796 = 21111871,335 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесённый производственному помещению, находится по формуле (4.12):

$$C_з = \sum G_з \cdot C_{з.ост.}, \text{ руб.} \quad (4.12)$$

где  $G_з$  – относительная величина ущерба, причинённого цеху металлообработки и покраски;

$C_{з.ост.}$  – остаточная стоимость производственного помещения, руб..

Остаточная стоимость производственного помещения рассчитывается по формуле (4.13):

$$C_{з.ост.} = C_{з.б.} \cdot \left(1 - \frac{H_{а.з} \cdot T_{з.ф.}}{100}\right), \quad (4.13)$$

где  $C_{з.б.}$  – балансовая стоимость производственного помещения в здании, руб.;

$H_{а.з}$  – норма амортизации производственного помещения, %;

$T_{з.ф.}$  – фактический срок эксплуатации производственного помещения,  
год.

$$G_3 = \frac{80}{450} = 0,1777$$

$$H_{а.з.} = \frac{1}{21} \cdot 100 = 4,77 \%$$

$$C_{з.ост.} = 7000000 \cdot \left(1 - \frac{0,0477 \cdot 21}{100}\right) = 6929881 \text{ руб.}$$

По формуле (4.12) рассчитываем ущерб, нанесённый производственному помещению.

$$C_3 = 0,17777 \cdot 6929881 = 1231924,945 \text{ руб.}$$

По формуле (4.3) находим ущерб основных производственных фондов.

$$C_{опф} = 4223815,2 + 21111871,335 + 1231924,945 = 26567611,48 \text{ руб.}$$

Оборотные средства включают в себя товары, предназначенные для реализации. В месте предварительного складирования готовой продукции находились товары на сумму – 800000 рублей.

$$C_{oc} = 800000 \text{ руб.}$$

где  $C_{oc}$  – стоимость пострадавших оборотных средств.

По формуле (4.2) определяем оценку прямого ущерба.

$$Y_{пр} = 26567611,48 + 800000 = 27367611,48 \text{ руб.}$$

## 4.2 Оценка косвенного ущерба

Оценка косвенного ущерба представляет собой сумму средств необходимых для ликвидации пожара и затраты, связанные с восстановлением производственного помещения для дальнейшего его функционирования.

Сумма косвенного ущерба определяется по формуле (4.14):

$$Y_K = C_{л.а.} + C_B, \text{ руб.} \quad (4.14)$$

где  $C_{ла}$  – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

$C_B$  – затраты, связанные с восстановлением производства, руб..

Средства необходимые для ликвидации ЧС зависят от её характера и масштабов, определяющих объёмы спасательных и других неотложных работ.

Основными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара.

Средства на ликвидацию аварии (пожара) определяем по формуле (4.15):

$$C_{л.а.} = C_{о.с.} + C_{и.о.} + C_T, \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где  $C_{о.с.}$  – расходы на огнетушащие средства, руб.;

$C_T$  – расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники, руб.;

$C_{и.о.}$  – расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, руб.

Расходы на огнетушащие вещества находим по формуле (4.16):

$$C_{о.с.} = S_T \cdot L_{тр} \cdot Ц_{о.с.} \cdot t, \text{ руб.} \quad (4.16)$$

где  $t$  – время тушения пожара, 40 мин. = 2400 сек.;

$Ц_{о.с.}$  – цена огнетушащего средства – (пенообразователь + вода), 45 руб./л.;

$L_{тр}$  – интенсивность подачи огнетушащего средства (табличная величина, принимаемая исходя из характеристик горючего материала), 0,2 л/(с·м<sup>2</sup>);

$S_T$  – площадь тушения, 80 м<sup>2</sup>.

$$C_{о.с.} = 80 \cdot 0,2 \cdot 45 \cdot 2400 = 1728000 \text{ руб.}$$

Пожар на 13 минуте распространяется по угловой форме, следовательно, площадь тушения пожара определяем по формуле (4.17):

$$S_T = 3,14 \cdot \frac{R^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (4.17)$$

$$S_T = 3,14 \cdot \frac{10,1^2}{4} = 80 \text{ м}^2$$

где  $R_{п}$  – путь, пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара (более 10 мин.), следовательно:

$$R_{п} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 \cdot V_{л} \cdot (T_{св} - 10), \text{ м} \quad (4.18)$$

где  $V_{л}$  – линейная скорость распространения пожара, принимаем 1,5 м/мин.

$$R_{п} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 1 \cdot (10,6 - 10) = 8,1 \text{ м}$$

Время свободного развития пожара определяем по формуле (4.19):

$$T_{\text{св}} = T_{\text{д.с.}} + T_{\text{сб1}} + T_{\text{сл}} + T_{\text{бр1}}, \text{ мин.} \quad (4.19)$$

где  $T_{\text{д.с.}}$  – время сообщения диспетчеру о пожаре (для объектов оборудованных автоматической установкой пожарной сигнализации (АУПС) принимается равным 3 мин.);

$T_{\text{сл}}$  – время, сбора личного состава, мин.;

$T_{\text{сб1}}$  – время следования первого подразделения от пожарной части до места вызова, берется из расписания выездов пожарных подразделений, 2,5 мин.;

$T_{\text{бр1}}$  – время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 4 минут);

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot L}{V_{\text{сл}}}, \text{ мин.} \quad (4.20)$$

где  $L$  – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, км.;

$V_{\text{сл}}$  – средняя скорость движения пожарных автомобилей, 55 км/ч;

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot 2,5}{55} = 2,7 \text{ мин.}$$

По формуле (4.19) определяем время свободного развития пожара.

$$T_{\text{св}} = 3 + 2,5 + 2,7 + 2 = 10,2 \text{ мин.}$$

Число пожарных, участвующих в тушении пожара рассчитывается по формуле (4.21):

$$n = n_{\text{э}} \cdot n_{\text{пм}}, \text{ чел.} \quad (4.21)$$

где  $n_{\text{э}}$  – численность экипажа пожарной машины, чел.;

$n_{\text{пм}}$  – количество пожарных автомобилей, необходимых для тушения пожара, ед.

$$n = 3 \cdot 4 = 12 \text{ чел.}$$

Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, определяем по формуле (4.22):

$$C_{\text{и.о.}} = (K_{\text{ап}} \cdot C_{\text{об}} \cdot N_{\text{ап}}) + (K_{\text{ср}} \cdot C_{\text{об}} \cdot N_{\text{ср}}) + (K_{\text{пр}} \cdot C_{\text{об}} \cdot N_{\text{ср}}), \quad (4.22)$$

где  $N$  – число единиц оборудования, шт.;

$N_{ат}$  – число единиц пожарного оборудования, 4 ед.;

$N_{ср}$  – число единиц ручных стволов. 2 шт.;

$N_{пр}$  – число единиц пожарных рукавов, 10 шт.;

$Ц_{об}$  – стоимость единицы оборудования, руб./шт.;

$K_{ап}$  – норма амортизации пожарного автомобиля;

$K_{ср}$  – норма амортизации ручного ствола;

$K_{пр}$  – норма амортизации пожарных рукавов.

$$C_{и.о.} = (0,03 \cdot 3800000 \cdot 4) + (0,05 \cdot 2000 \cdot 2) + (0,09 \cdot 2000 \cdot 10) \\ = 458000 \text{ руб.}$$

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники находим по формуле (4.23):

$$C_T = P_T \cdot Ц_T \cdot L = P_T \cdot Ц_T \cdot \left(60 \cdot \frac{L}{V_{сл}}\right), \text{ руб.} \quad (4.23)$$

где  $Ц_T$  – цена за литр топлива, 40 руб./л;

$P_T$  – расход топлива, 0,0415 л/мин.;

$L$  – весь путь, 5000 м.

$$C_T = 0,0415 \cdot 40 \cdot \left(60 \cdot \frac{5000}{55}\right) = 9054,5 \text{ руб.}$$

по формуле (4.15) производим расчёт средств на ликвидацию аварии (пожара).

$$C_{л.а.} = 1728000 + 458000 + 9054,5 = 2195054,5 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения.

Т.к. при пожаре закоптится декоративное покрытие стен и бетонный пол на общей площади  $80 \text{ м}^2$ , и пострадают электрощиты в количестве 8 шт., а 70 м. п. электропровода подлежит замене, следовательно:

$$C_B = C_{в/э} + C_{в/щ} + C_{в/п}, \text{ руб.} \quad (4.24)$$

где  $C_{в/э}$  – затраты, связанные с монтажом электропроводки;

$C_{в/щ}$  – затраты, связанные с монтажом электрощитов;

$C_{в/п}$  – затраты, по замене кафельной плитки.

Затраты связанные с монтажом электропроводки находим по формуле (4.25):

$$C_{в/э} = (C_э \cdot V_э) + (V_э \cdot R_э), \text{ руб.} \quad (4.25)$$

где  $C_э$  – стоимость электропроводки, 65 руб./м. п.;

$V_э$  – объём работ, необходимый по замене электропроводки, 60 м. п.;

$R_э$  – расценка за выполнение работ по замене электропроводки 60 руб./м.

$$C_{в/э} = (65 \cdot 60) + (60 \cdot 60) = 7500 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с монтажом электрощитов, рассчитаем по формуле (4.26):

$$C_{в/щ} = (C_{щ} \cdot V_{щ}) + (V_{щ} \cdot R_{щ}), \text{ руб.} \quad (4.26)$$

где  $C_{щ}$  – стоимость одного электрощита, 3500 руб./шт.;

$V_{щ}$  – количество электрощитов, подлежащих замене, 8 шт.;

$R_э$  – расценка за выполнение работ по замене электрощита 1300 руб./шт.

$$C_{в/щ} = (3500 \cdot 8) + (8 \cdot 1300) = 38400 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с заменой декоративного покрытия, находим по формуле (4.27):

$$C_{в/п} = (C_п \cdot V_п) + (V_п \cdot R_п), \text{ руб.} \quad (4.27)$$

где  $C_п$  – стоимость материальных ресурсов, необходимых для проведения работ, 1400 руб./м<sup>2</sup>;

$V_п$  – объём работ по замене декоративного покрытия, 70 м<sup>2</sup>;

$R_э$  – расценка по замене 1 м<sup>2</sup> декоративного покрытия, 600 руб./м<sup>2</sup>.

$$C_{в/п} = (1400 \cdot 70) + (70 \cdot 600) = 140000 \text{ руб.}$$

По формуле (4.24) рассчитаем затраты, связанные с восстановлением производственного помещения.

$$C_в = 7500 + 38400 + 140000 = 185900 \text{ руб.}$$

Сумму косвенного ущерба определим по формуле (4.14):

$$У_к = 2195054,5 + 185900 = 2380954,5 \text{ руб.}$$

В итоге произведем расчёт полного ущерба по формуле (4.1):

$$У = 27367611,48 + 2380954,5 = 29748565,98 \text{ руб.}$$

Основные расчеты и результаты по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные расчеты по разделу

Наименование	Стоимость/руб.
Полный ущерб	29748565,98
Оценка прямого ущерба	27367611,48
Ущерб, основных производственных фондов	26567611,48
Ущерб, нанесённый технологическому оборудованию	4223815,2
Ущерб, нанесённый коммунально-энергетическим сетям	21111871,335
Ущерб, нанесённый производственному помещению	1231924,945
Оценка косвенного ущерба	2380954,5
Средства, необходимые для ликвидации ЧС	2195054,5
Расходы на огнетушащие вещества	1728000
Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования	458000
Расходы на топливо (ГСМ) для пожарной техники	9054,5
Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения	185900
Затраты, связанные с монтажом электропроводки	7500
Затраты, связанные с монтажом электрощитов	38400
Затраты, связанные с заменой декоративного покрытия	14000

Пожар на площади 80 м<sup>2</sup>, который произошёл в производственном помещении ООО МГК «Световые Технологии» нанёс ущерб в виде испорченного оборудования, электрощитов, стен самого производственного помещения, и товара, предназначенного для реализации. Сумма прямого ущерба составила 27367611,48 рублей, а косвенного – 2380954,5 рублей.

Можно сделать вывод, что производственному помещению необходимо улучшить меры производственной безопасности и трудовую дисциплину, регулярно проводить осмотр производственного и технологического оборудования на предмет выявления состояний несоответствующих регламентному. Следует рассмотреть возможность, предпринятую в инициативном порядке и по согласованию с надзорными органами, по проведению информационно-пропагандистских мероприятий, направленных на повышение ответственного и осмотрительного поведения персонала. Предлагается сделать это путем демонстрации кино-фото- и видеоматериалов,

демонстрирующих причину возникновения пожаров, их развитие, последствия и возможные действия препятствующих возникновению пожаров и минимизирующих их последствия.

## 5. Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места специалиста по охране труда ООО МГК «Световые Технологии»

Объектом исследования является рабочее место специалиста по охране труда ООО МГК «Световые Технологии».

К работе по профессии специалист по охране труда, допускаются: лица, имеющие высшее образование по направлению подготовки «Техносферная безопасность» или соответствующим ему направлениям подготовки по обеспечению безопасности производственной деятельности, либо высшее образование и дополнительное профессиональное образование в области охраны труда, либо среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование в области охраны труда [33].

Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 августа 2014 г. № 524н Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» выделяют следующие трудовые функции специалиста по охране труда:

1. Нормативное обеспечение системы управления охраной труда.
2. Обеспечение подготовки работников в области охраны труда.
3. Сбор, обработка и передача информации по вопросам условий и охраны труда.
4. Обеспечение снижения уровней профессиональных рисков с учетом условий труда.
5. Мониторинг функционирования системы управления охраной труда.
6. Обеспечение контроля за соблюдением требований охраны труда.
7. Обеспечение контроля за состоянием условий труда на рабочих местах.

8. Обеспечение расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

9. Планирование, разработка и совершенствование системы управления охраной труда.

10. Определение целей и задач, процессов управления охраной труда и оценка эффективности системы управления охраной труда.

11. Распределение полномочий, ответственности, обязанностей по вопросам охраны труда и обоснование ресурсного обеспечения [34].

Отдел службы по охране труда представляет собой помещение размерами 6х3 метра, высотой 3 метра, стены светлого цвета. Потолок белого цвета; на полу – светлый кафель. Рабочее место оборудовано персональным компьютером и ноутбуком. Опорные конструкции и конструкции перекрытий выполнены из бетона и гипсокартона.

Помещение отдела службы по охране труда вентилируется естественным путем; освещение комбинированное – осуществляется сочетанием дневного света, посредством проникновения через оконные проемы, и искусственного освещения. Источниками искусственного света являются 2 светодиодных светильника для офисных помещений. Выделение пыли в помещении минимальное; ежедневно проводится влажная уборка. В холодное время года температура воздуха (при работающем отоплении) составляет 20-22°C, в теплое время года – 24-26°C.

На специалиста по охране труда, находящегося на рабочем месте, воздействуют такие вредные и опасные производственные факторы как недостаток естественного освещения, недостаточная освещенность рабочей зоны, возможность поражения электрическим током, воздействие электромагнитных излучений и статическое электричество. Также не исключена возможность воздействия психоэмоциональных факторов: умственное перенапряжение, монотонность труда, перенапряжение органов зрения и слуха.

## 5.2 Описание вредных и опасных факторов

### 5.2.1 Недостаточная освещенность

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов [35].

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма.

Вопрос освещенности рабочих мест, оборудованными компьютерами изложен в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [36]. Для взрослого человека рабочее место за компьютером должно составлять не меньше 6 м<sup>2</sup>, а объем – более 20 м<sup>3</sup>. При этом надлежит учитывать отделку, имеющуюся в помещении на предмет коэффициента отражения. В норме она должна быть:

- применимо к стенам – 0,5 - 0,6;
- применимо к потолку – 0,7 - 0,8;
- применимо к полу – 0,3 - 0,5.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, для качественной подсветки рабочего места за ПК стоит руководствоваться следующими нормами:

- естественное освещение, а точнее его коэффициент (КЕО) должен быть не ниже 1,5 % - 1,2 %;
- световой поток естественной подсветки должен падать на стол слева;
- искусственная подсветка должна создавать равномерное освещение общего плана.

При этом на рабочем столе световой поток должен достигать 300-500 люкс. Чтобы достичь такого высокого показателя допускается дополнительное размещение на поверхности стола осветительных приборов настольного типа.

Согласно СНиП 23-05-95, местное освещение должно отвечать следующим требованиям:

- не продуцировать бликов на плоскости экрана монитора;
- давать световой поток не менее 300 люкс;
- ограничение прямой блёскости, исходящей от источника света;
- яркость светящихся поверхностей, в роли которых выступают различные элементы осветительных приборов, а также оконные стекла, не должна преодолевать предел в 200 кд/м<sup>2</sup>.

Расчет освещения производится для помещения площадью 18 м<sup>2</sup>, длина которого 3 м, ширина 6 м, высота 3 м. Основной задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников или мощности ламп для обеспечения нормированного значения освещенности. Для расчета искусственного освещения воспользуемся методом светового потока.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, в нашем случае это светодиодные светильники комбинированного света. Ниже на рисунке 5.1 представлен светодиодный светильник комбинированного света.



Рисунок 5.1 – Светодиодный светильник комбинированного света

При расчете по указанному методу световой поток лампы рассчитывается по формуле (5.1):

$$\Phi = \frac{Ek \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (5.1)$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;

$E$  – минимальная освещенность, лк,  $E = 300$  лк (по данным СП 23-05-95: «при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, контраст объекта с фоном – малый, характеристика фона – средний»);

$S$  – площадь освещенного помещения,  $S = 18$  м<sup>2</sup>;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности, значение для светодиодных светильников:  $z = 1$ ;

$k$  – коэффициент запаса светодиодных светильников,  $k = 1$ ;

$N$  – число светильников;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока ламп.

Для определения коэффициента использования светового потока  $\eta$  находят индекс помещения  $i$  и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка  $R_{\text{п}}$ , стен  $R_{\text{с}}$ , которые представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Коэффициенты отражения поверхностей помещения потолка и стен

Для светлых административно-конторских помещений	$R_{\text{п}} = 70 \%$ , $R_{\text{с}} = 50 \%$ ,
Для производственных помещений с незначительными пылевыделениями	$R_{\text{п}} = 50 \%$ , $R_{\text{с}} = 30 \%$ ,
Для пыльных производственных помещений	$R_{\text{п}} = 30 \%$ , $R_{\text{с}} = 10 \%$ ,

Индекс помещения определяется по следующему выражению:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (5.2)$$

$$h = h_2 - h_1, \quad (5.3)$$

где  $A, B$  – размеры помещения,  $A = 6$  м,  $B = 3$  м;

$h$  – высота светильников над рабочей поверхностью;

$h_2$  – наименьшая допустимая высота подвеса над полом;  $h_2 = 3$  м.;

$h_1$  – высота рабочей поверхности над полом  $h_1 = 0,7$  м.

Пользуясь формулой (5.3) получаем:

$$h = 3 - 0,7 = 2,3 \text{ м};$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = 2,3 * 1,2 = 2,76 \text{ м};$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников:

$$l = 1,12 \text{ м};$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_1 = \frac{6}{2,76} = 2,17 ;$$

Число светильников в ряду:

$$N_2 = \frac{3}{2,76} = 1,08 ;$$

Общее число светильников:

$$N = 2 \cdot 1 = 2 .$$

Исходя из размеров помещения:  $A = 6 \text{ м}$  и  $B = 3 \text{ м}$ , пользуясь формулой (5.2) получаем:

$$i = \frac{18}{2,3 \cdot (6 + 3)} = 0,87$$

Коэффициенты отражения потолка и стен приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Коэффициенты отражения потолка и стен

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
1. Побеленный потолок и побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
2. Чистый бетонный или светлый деревянный потолок; побеленный потолок в сырых помещениях; побеленные стены с окнами без штор	50
3. Бетонный потолок в грязных помещениях, деревянный потолок, бетонные стены с окнами, а также стены, оклеенные светлыми обоями	80
4. Бетонные и деревянные потолки и стены в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; стены кирпичные неоштукатуренные; стены с темными обоями	10

По таблице 5.2 принимаем значение коэффициентов отражения стен ( $\rho_n=50\%$ ) и стен ( $\rho_c= 70\%$ ). Схема расположения светильников на потолке представлена на рисунке 5.2.

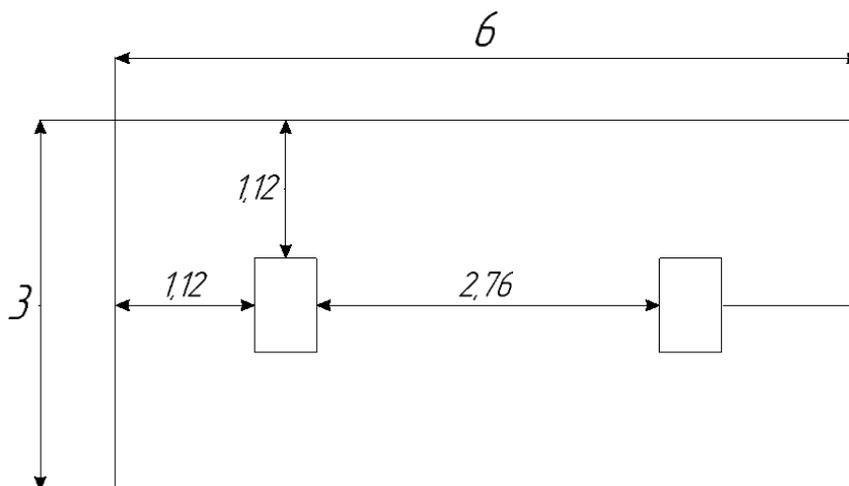


Рисунок 5.2 – Схема расположения светильников на потолке

В качестве источника света будем использовать светодиодные светильники, для них:  $\eta = 0,39$ .

Световой поток лампы рассчитываем по формуле (5.1):

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 1}{2 \cdot 0,39} = 6923,1 \text{ лм.}$$

С учетом вычислений светового потока делаем вывод о том, что в помещении отдела службы охраны труда необходимо установить 2 светодиодных светильника ROCKFON, мощностью 70 Вт.

### 5.2.2 Электромагнитное излучение

Зачастую более опасными являются источники слабого электромагнитного излучения, которое действует в течение длительного промежутка времени. К таким источникам относится в основном аудио-видео и бытовая техника. Наиболее существенное влияние на организм человека оказывают мобильные телефоны, СВЧ печи, компьютеры и телевизоры.

В результате продолжительной работы за компьютером в течение нескольких дней человек чувствует себя уставшим, становится крайне раздражительным. Такое явление в современном обществе получило название

синдром хронической усталости и согласно сведениям официальной медицины, не поддается лечению [37].

В таблице 5.3 представлены санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах с ПЭВМ согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [38].

Таблица 5.3 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах с ПЭВМ

Параметр	Частотный диапазон	Санитарная норма
Напряженность электрического поля	5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Индукция магнитного поля (В)	5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля (Е)	0 Гц	15 кВ/м
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленной частоты (Е)	50 Гц	500 В/м
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (В)	50 Гц	5 мкТл

### 5.2.3 Микроклимат помещения

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха [39]. Оптимальное сочетание параметров микроклимата является основным требованием, которое обеспечивает нормальные условия жизнедеятельности человека. Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха и оказывает огромное влияние на состояние организма человека в целом, на его здоровье, самочувствие и работоспособность [40]. Оптимальные

и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий приведены в таблице 5.4. Данные представлены в соответствии с ГОСТ 30494 – 2011 [41].

Таблица 5.4 – Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,3	0,5
	3в	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6	16-18	14-20	15-17	13-19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
Теплый	Помещение с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Ниже представленная классификация помещений общественного и административного назначения:

- помещения 1-й категории: помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;
- помещения 2-й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой;
- помещения 3а категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды;
- помещения 3б категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде;
- помещения 3в категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды;
- помещения 4-й категории: помещения для занятий подвижными видами спорта;
- помещения 5-й категории: помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.);
- помещения 6-й категории: помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые) [42].

В рассматриваемом помещении используется водяная система центрального отопления, которая обеспечивает постоянное нагревание в холодный период года. Фактические значения в центре помещения службы охраны труда составляют, в холодный период:

- температура воздуха плюс 22°C, допустимая не ниже плюс 21-23°C;
- относительная влажность 50 %, при допустимой не более 60 %;
- скорость движения воздуха 0,1 м/с, при допустимой не более 0,15 м/с.

В теплый период температура доходит до плюс 25°C, относительная влажность до 55 %, скорость движения воздуха от 0,1-0,2 м/с.

#### 5.2.4 Электроопасность

Проходя через тело человека электрический ток, может оказывать термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействие. В результате термического действия тока на теле появляются ожоги разных форм.

Электролитическое действие проявляется в расщепление крови и иной органической жидкости, в тканях организма вызывая существенные изменения ее физико-химического состава.

Биологическое действие вызывает нарушение нормальной работы мышечной системы, могут возникать непроизвольные судорожные сокращения мышц [43].

Помещение, в котором расположено рабочее место специалиста по охране труда относится к категории без повышенной опасности (отсутствуют условия, создающие повышенную и особую опасность). Данное помещение соответствует параметрам, установленным в ГОСТ 12.1.038-82:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50 %;
- средняя температура около 24°C;
- наличие непроводящего полового покрытия [44].

#### 5.2.4 Пожароопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла.

Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия [45].

Возникновение пожара может произойти вследствие высокой нагрузки электрооборудования, нарушения требований пожарной безопасности, курение в помещении.

Для обеспечения пожарной безопасности на рабочем месте предусмотрены:

- дымовые и ручные датчики предупреждения пожара;
- установки оповещения в случае возникновения пожара;
- эвакуационный выход;
- углекислотные огнетушители в помещении.

При повышении пожароустойчивой функциональности объекта, так же можно использовать организационно-технические мероприятия, а именно:

- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений предприятия;
- использование только исправного оборудования;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- рациональное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [46].

### 5.3 Охрана окружающей среды

К негативному воздействию на окружающую среду можно отнести: выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ; сбросы загрязняющих веществ, микроорганизмов в поверхностные водные объекты,

подземные водные объекты и на водосборные площади; загрязнение недр, почв; размещение отходов производства и потребления [47].

В результате деятельности ООО МГК «Световые Технологии» также образуются отходы производства и потребления, которые согласно санитарно-гигиеническим требованиям на предприятии подлежат утилизации [48].

Основную долю в их числе образуют: пищевой мусор, твердый коммунальный мусор, отработанный (бракованный) мусор, мусор непосредственно с территории. Утилизация пищевых отходов на предприятии происходит ежедневно, согласно санитарным нормам [49].

#### 5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Природно-климатическая обстановка (стихийные бедствия). Возможные ЧС природного характера:

- землетрясение (поражающий фактор и последствия – сотрясение грунта, трещины, пожары, взрывы, разрушения, человеческие жертвы);
- сильный ветер, ураган, смерч (поражающий фактор и последствия – скоростной напор, разрушения, человеческие жертвы, уничтожение материальных ценностей).

В ООО МГК «Световые Технологии» не исключается возможность возникновения пожаров. В связи с этим на производстве выполняются требования Федеральных законов о технических регламентах и нормативных документов по пожарной безопасности. Объект обеспечен подъездами пожарной техники. На территории объекта имеются первичные средства пожаротушения – огнетушители ОП-5, ОП-4, ОУ-1, пожарные краны, телефонная связь.

Мероприятия, которые необходимо провести при возникновении ЧС являются:

- организация локализации и тушение пожара имеющимися силами и средствами;

- отключить подачу на объект электроэнергии;
- эвакуировать работников из прилегающих к месту пожара помещений;
- отключить вентиляционные системы, закрыть окна, двери в районе возникновения пожара для предотвращения его распространения;
- организовать тщательную проверку всех задымленных и горящих помещений с целью выявления пострадавших или потерявших сознание сотрудников, обеспечить пострадавших первой медицинской помощью и отправить их в медицинское учреждение;
- организовать встречу пожарной команды, сообщить старшему пожарной команды сведения об очаге пожара, принятых мерах и специфических особенностях объекта, которые могут повлиять на развитие и ликвидацию пожара.

На предприятии ООО МГК «Световые Технологии» разработаны инструкции к плану эвакуации людей при возникновении пожара, также инструкции о порядке действия администрации и персонала в случае возникновения пожара.

## 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для реализации поставленных задач на производстве создана оптимальная структура управления промышленными предприятиями:

- усовершенствованы механизмы управления безопасностью промышленного пространства;
- организовано распределение обязанностей;
- усовершенствованы мероприятия безопасности технологического процесса;
- разработаны и внедрены методы мониторинга условий охраны труда.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

Исследовано рабочее место специалиста по охране труда, определены вредные и опасные факторы, воздействующие на специалиста. В результате исследования можно сделать вывод о том, что микроклимат помещения соответствует нормам. Помещение соответствует требованиям по электробезопасности, для защиты от воздействия тока предусмотрено заземление. В помещении имеется необходимое оборудование для оповещения и тушения пожара. Для помещения рассчитано освещение [50].

## Заключение

Цель дипломного проекта состояла в расчете и проектировании аварийного освещения для административно-бытового комплекса ООО МГК «Световые Технологии».

Для достижения поставленной цели необходимо было решить комплекс взаимосвязанных задач.

Первая задача состояла в следующем: - изучить и систематизировать теоретические положения, характеризующие сущность аварийного освещения.

Для решения поставленной задачи в первой главе дипломного проекта нами были рассмотрены и структурированы вопросы, касающиеся основных понятий и определений аварийного освещения. Также описаны нормы и требования использования аварийного освещения.

Далее представлена характеристика объекта административно-бытового комплекса ООО МГК «Световые Технологии».

Следующая задача заключалась в подсчете количества необходимых светильников, определении мощности источников света, расположение их в помещении здания. Расчет искусственного освещения административно-бытового комплекса производился в следующей последовательности:

1. Выбор типа источников света.
2. Выбор осветительных приборов.
3. Выбор системы освещения.
4. Выбор норм освещенности.
5. Расчет общего освещения методом коэффициента использования светового потока.

На заключительном этапе была разработана принципиальная электрическая схема объекта административно-бытового комплекса ООО МГК «Световые Технологии».

## Список использованных источников

1. Кравцов, Константин Аварийное освещение / Константин Кравцов. – М.: ИЛ, 2010. – 884 с.
2. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. [Электронный ресурс] / ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет. – Режим доступа: <http://ezproxu.ha.tpu.ru:2056/docs>. Дата обращения: 8.04.2019 г.
3. LT Emergency: Аварийное освещение [Электронный ресурс] / LT Emergency: Аварийное освещение |База знаний |Световые Технологии. – URL:<https://www.ltcompany.com/ru/knowledge/knowledge/pres3/kA00J0000008mwdSAA/>. Дата обращения: 08.04.2019 г.
4. Требования к системе аварийного освещения [Электронный ресурс] Обзор нормативной базы. – URL: <http://www.belysvet.ru/training/university/requirements-for-emergency-lighting> // Дата обращения: 09.04.2019 г.
5. Аварийное освещение [Электронный ресурс] / Оборудование для аварийного освещения. – URL: <https://exit-svet.ru>. // Дата обращения: 09.04.2019 г.
6. Платонов Д.И. Требование пожарной безопасности строительных норм и правил / Д.И. Платонов, Е.С. Анисимова // Проблемы пожарной безопасности: материалы вып. 13. Ч. 5; Государственной противопожарной службы МЧС России: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 115 с.
7. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. – М.: ДЕАН, 2003. – 256 с.
8. ГОСТ Р 55842–2013 (ИСО 30061:2007) «Освещение аварийное. Классификация и нормы». – М.: Стандартинформ, 2014. – 25 с.

9. Аварийное освещение – виды, требования [Электронный ресурс] / Эвакуационное освещение безопасности . – URL: <https://www.asutpp.ru/avariynoe-osveschenie.html> // Дата обращения: 09.04.2019 г.
10. Эвакуационные знаки безопасности [Электронный ресурс] / Эвакуационные знаки безопасности. – URL: <https://exit-svet.ru/collection/evakuatsionnye-znaki> // Дата обращения: 09.04.2019 г.
11. Аварийные светодиодные светильники [Электронный ресурс] / Аварийные светодиодные светильники. – URL: <https://profazu.ru/svet/light/svetilnik-svetodiodnyj-avarijnyj.html> // Дата обращения: 09.04.2019 г.
12. Зак П. П., Островский М. А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992.–20 с.
13. Электронный фонд правовой и нормативной документации [Электронный ресурс] / Межгосударственный стандарт Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136061> // Дата обращения: 10.04.2019 г.
14. Требования к системе аварийного освещения [Электронный ресурс] / Обзор нормативной базы. . – URL: <http://www.belysvet.ru/training/university/requirements-for-emergency-lighting> // Дата обращения: 10.04.2019 г.
15. Схемы аварийного освещения [Электронный ресурс] / Схемы аварийного освещения. Типы. . – URL: [http://vse-postroim-sami.ru/engineering-systems/electrician/8512\\_sxemy-avarijnogo-osveshheniya](http://vse-postroim-sami.ru/engineering-systems/electrician/8512_sxemy-avarijnogo-osveshheniya) // Дата обращения: 10.04.2019 г.
16. Бабайцев А. В. Цветовые символы опасности и безопасности // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 11(83). – с. 4.
17. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) – М.: Стандартинформ, 2014. – 75 с.

18. ГОСТ 17677-82 Светильники. Общие технические условия. – М.: Стройиздат, 1995. – 75 с.
19. IEC 62034 «Автоматические системы тестирования для систем аварийного освещения с питанием от аккумуляторов». – М.: Стандартинформ, 2014. – 75 с.
20. ГОСТ IEC 60598-2-22–2012 «Светильники. Частные требования. Светильники для аварийного освещения». – М.: Стандартинформ, 2016. – 98 с.
21. ГОСТ Р 50571.29–2009 (МЭК 60364-5-55:2008) «Электрические установки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование». – М.: Стандартинформ, 2011. – 61 с.
22. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] / Издательство НИЦ ЭНАС, 2001. – URL: <https://www.ruscable.ru/info/pue/pue7.pdf>. // Дата обращения: 11. 04. 2019 г.
23. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения/ Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н.Сидоров –2-е изд., перераб и доп. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992. – 448 с.
24. Защита от освещения [Электронный ресурс] / Studfiles, 2016. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3172138/page:5> // Дата обращения 15.04.2019 г.
25. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение/ В.А. Козинский // Учебное пособие для ВУЗов.– М.: Агропромиздат, 1991.– 239 с.
26. ОСНАПК 2.10.24.001-04. Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. Изд-во ФГНУ НИЦ Гипронисельхоз. – М.: 2004 – 35 с.
27. Кирпиченков Г.М. Пожарная безопасность зданий и сооружений: учеб.пособие / Г.М. Кирпиченков, Е.П Овчаренко. – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. – 96 с.
28. Экономика челябинской области [Электронный ресурс] /. Световые Технологии. – URL: <https://chelindustry.ru/view2.php?idd=346&rr=1> // Дата обращения 15.04.2019 г.

29. МГК Световые Технологии [Электронный ресурс] / Окружающая среда. – URL: <http://www.ugold.ru/ru/social/ecology> // Дата обращения 15.04.2019 г.
30. Айзенберг Ю.Б.. Справочная книга по светотехнике // М.: Энергоатомиздам, 1983. – 472 с.
31. Кнорринг Г.М Проектирование электрического освещения // М.: Энергия, 1976. – 384 с.
32. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство; Верс. Проф. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720). Дата обращения: 20.04.2019 г.
33. Квалификационные характеристики должностей специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда [Электронный ресурс] / Российская газета. – URL: <https://rg.ru/2012/06/22/doljnosti-dok.html> // Дата обращения: 22.04.2019 г.
34. Приказ Минтруда России от 04.08.2014 N 524н (ред. от 12.12.2016) "Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» [Электронный ресурс] / Гарант.РУ – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70631928/> // Дата обращения: 24.04.2019 г.
35. Бойченко В.С., Проблемы принятия решений при планировании научных исследований и разработок [Электронный ресурс] / В.С. Бойченко, Ю.А. Зуев, О.И. Ларичев и др. // Рефераты докладов международного симпозиума по проблемам организационного управления и иерархическим системам. – URL: <http://www.raai.org/about/persons/laritchev/papers>. Дата обращения: 25.04.2019.
36. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». – М.: Стандартинформ, 2011. – 61 с.

37. Об обязательном страховании гражданской ответственности за причинение вреда в результате пожара [Электронный ресурс] / Официальный сайт МЧС России, 2013. – URL: <http://www.mchs.gov.ru>. Дата обращения: 28.04.2019 г.

38. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2012. – 14 с.

39. Кокорин О. Я., Варфоломеев Ю. М. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений; ИНФРА-М - М., 2017. - 272 с.

40. Алексеев, С.В.; Шандора, Л.И. Обеспечение микроклимата в локальных рабочих объемах прецизионного производства; ЦНИИ Электроника – М.: 2017. – 894 с.

41. Кувшинов Ю. Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий; Издательство Ассоциации строительных вузов – М.: 2017. – 320 с.

42. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». [Электронный ресурс] / ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет. – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2056/docs> // Дата обращения: 30.04.2019 г.

43. Учебное пособие основы обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] / Официальный сайт департамента по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций Ростовской области. – URL: <http://special.dpchs.donland.ru/Default.aspx?pageid=141440>. // Дата обращения: 25.03.2018 г.

44. Воробьев Б.Л. Предупреждение чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие для органов управления РСЧС / Б.Л. Воробьев, В.А. Тимофеев – М.: Издательская фирма «КРУК», 2002. – 372 с.

45. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1987. – 10 с.

46. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.

47. Неклепаев Б.Н, Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989 г.

48. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 N 68-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс] / ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет. – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2056/docs> // Дата обращения: 02.05.2019 г.

49. Методические рекомендации по созданию в районах размещения потенциально опасных объектов локальных систем оповещения (2-е издание) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативнотехнической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/898901035> // Дата обращения: 23.03.2018 г.

50. Связь при экстренном реагировании при ликвидации ЧС в органах управления РСЧС, противопожарных и спасательных силах МЧС России [Электронный ресурс] / Главное управление МЧС России по Псковской области. – URL: <http://60.mchs.gov.ru/document/1299415> // Дата обращения: 15.05.2019 г.

# Приложение А

(обязательное)

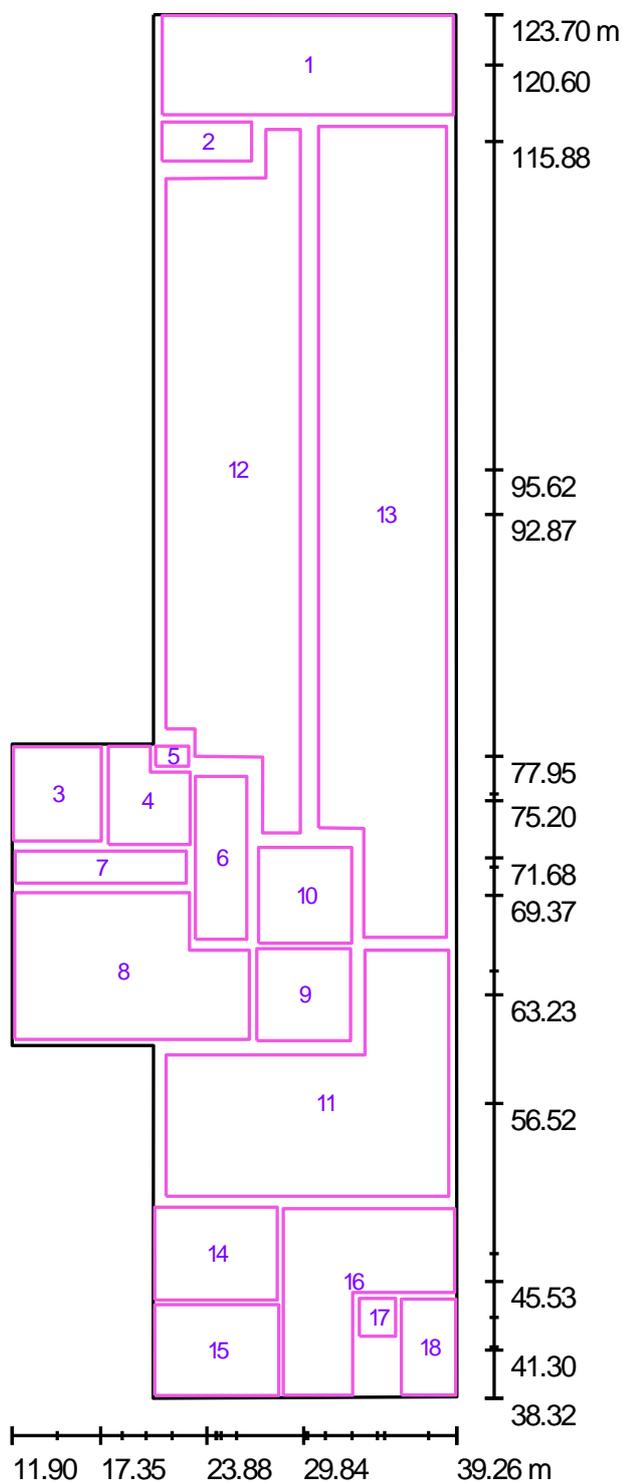
Рисунок А.1 – План помещений 1 этажа



## Приложение Б

(обязательное)

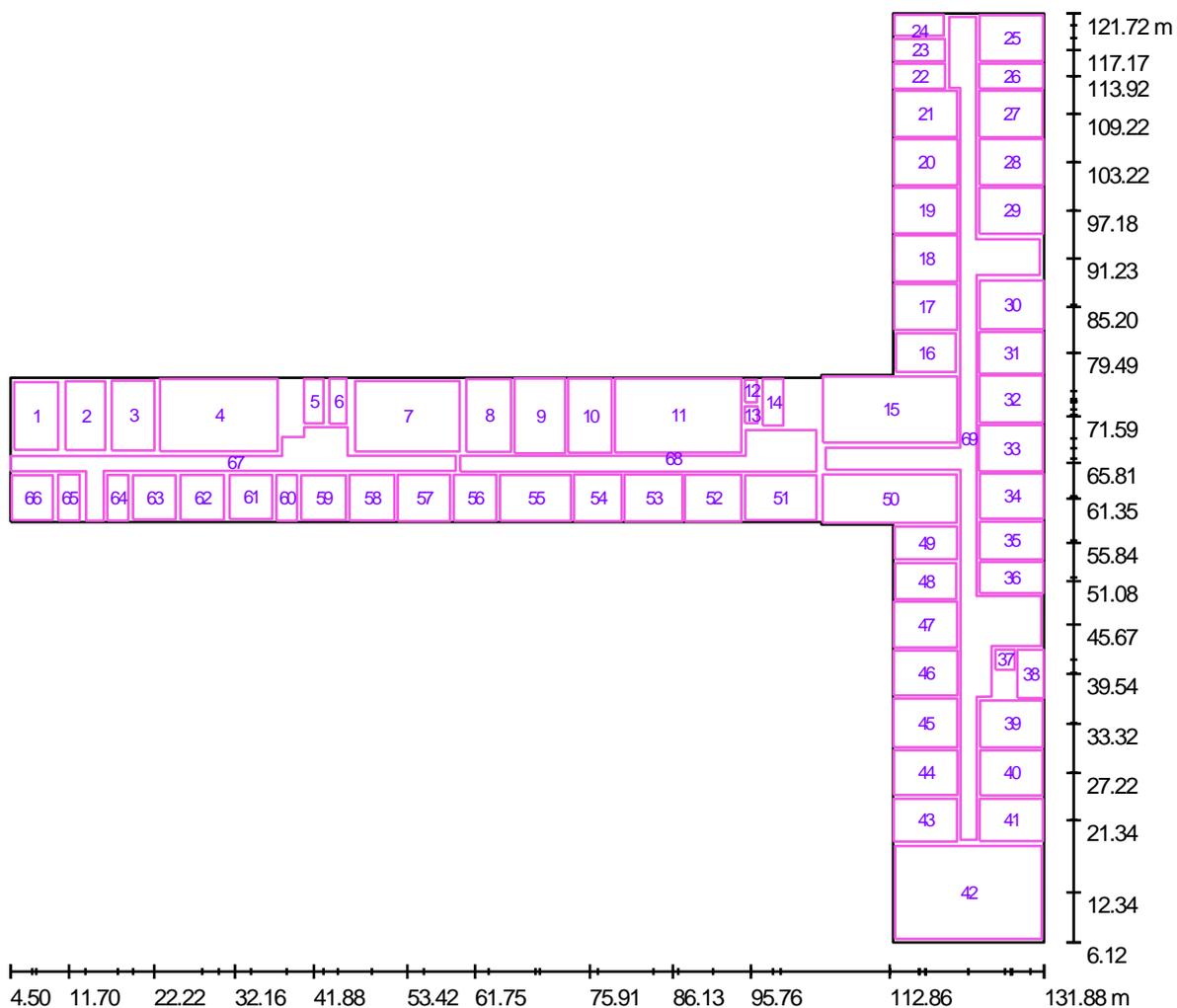
Рисунок Б.1 – План помещений 2 этажа



# Приложение В

(обязательное)

## Рисунок В.1 – План помещений 3 этажа



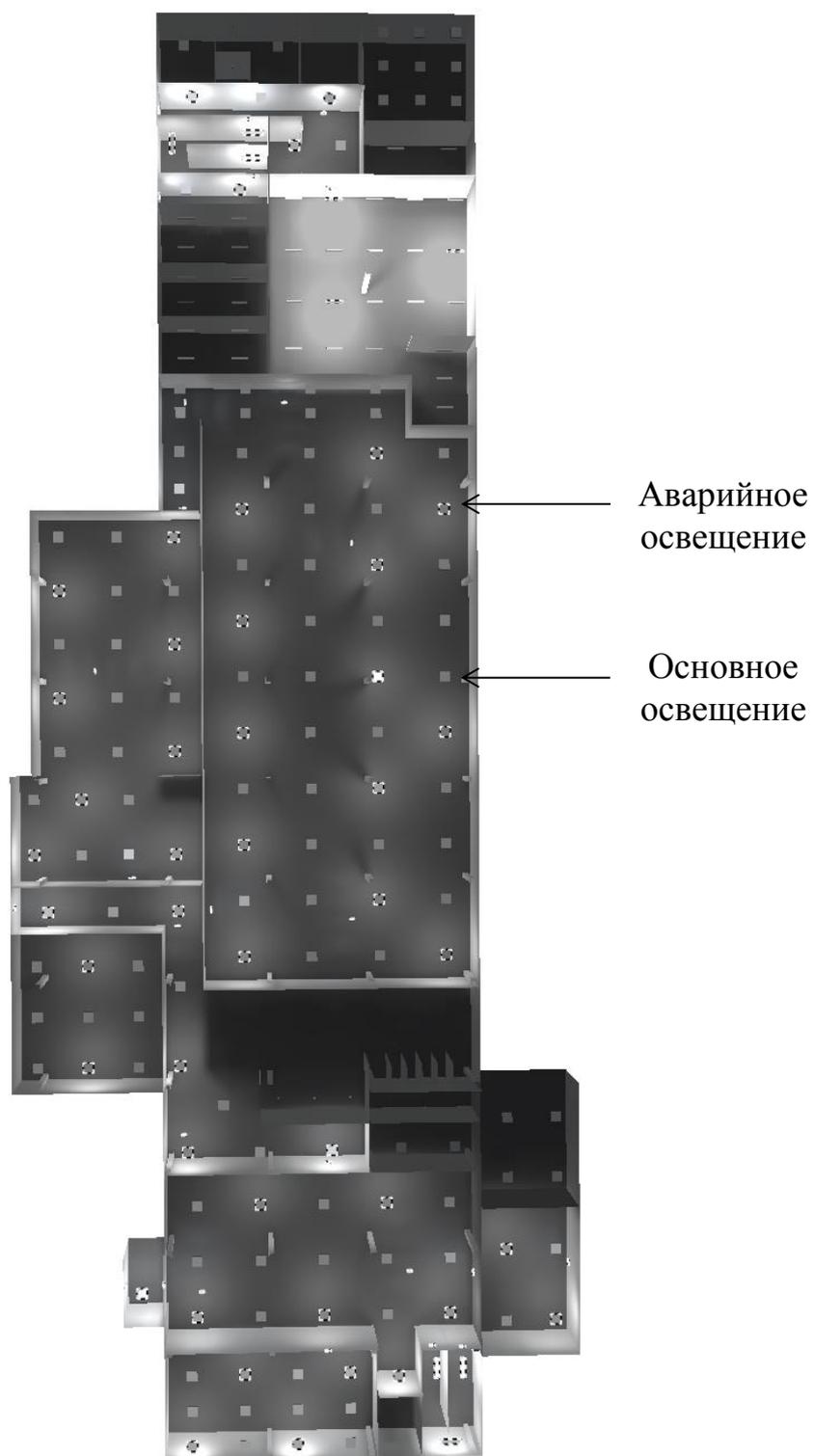
Приложение Г  
(обязательное)

Рисунок Г.1 – Таблица коэффициента использования светового потока

$\rho$	80	80	70	50	50	30	0
$i$	80	50	50	50	30	30	0
	30	30	20	10	10	10	0
0,4	0,46	0,30	0,29	0,28	0,23	0,23	0,19
0,6	0,46	0,30	0,29	0,28	0,23	0,23	0,19
0,8	0,46	0,30	0,29	0,28	0,23	0,23	0,19
1	0,53	0,36	0,34	0,33	0,28	0,28	0,24
1,25	0,58	0,42	0,39	0,38	0,33	0,33	0,28
1,5	0,61	0,48	0,44	0,42	0,38	0,37	0,33
2	0,64	0,51	0,48	0,44	0,41	0,40	0,36
2,5	0,69	0,58	0,54	0,49	0,47	0,46	0,42
3	0,71	0,61	0,56	0,52	0,49	0,48	0,44
4	0,73	0,64	0,58	0,54	0,51	0,50	0,47
5	0,75	0,68	0,61	0,56	0,54	0,53	0,50

Приложение Д  
(обязательное)

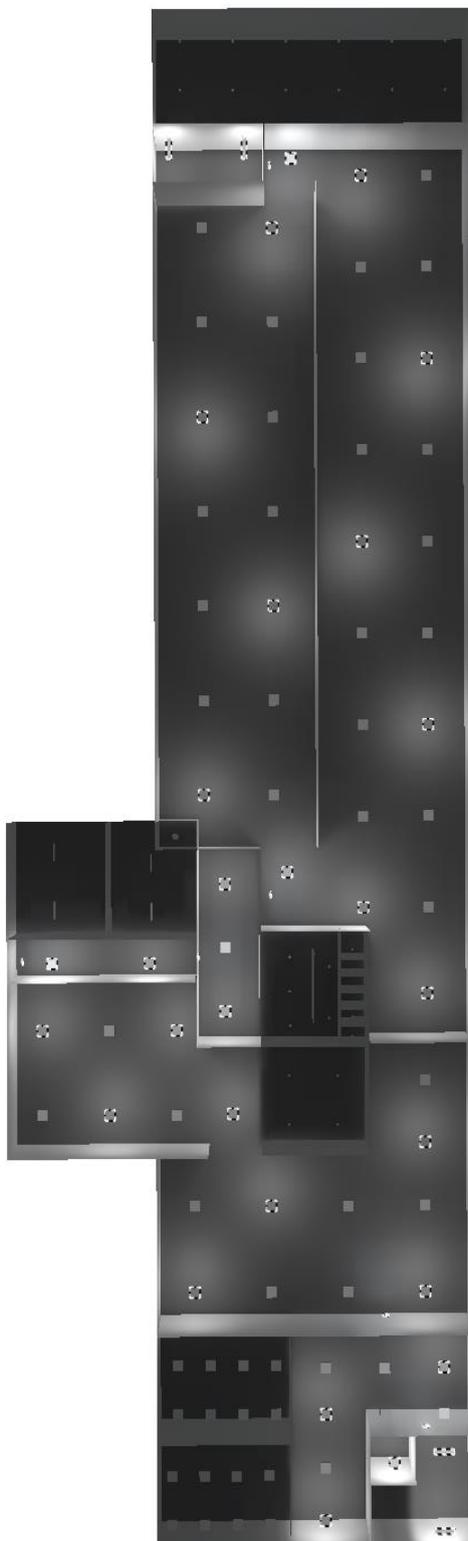
Рисунок Д.1 – Схема расположения светильников 1 этажа



## Приложение Е

(обязательное)

Рисунок Е.1 – Схема расположения светильников 2 этажа



## Приложение Ж

(обязательное)

Рисунок Ж.1 – Схема расположения светильников 3 этажа

