

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оптимизация системы электроснабжения торгового центра

Обучающийся

К.В.Киржаев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н. В.И. Платов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Объектом разработки является система электроснабжения торгового центра.

Цель работы: оптимизация системы электроснабжения торгового центра.

Выпускная работа позволяет решить следующие задачи:

- систематизировать и углубить теоретические знания в области электроснабжения;
- применять теоретические знания при решении поставленных профессиональных задач;
- сформировать навыки использования справочной, нормативной и правовой документации.

Структура выпускной работы включает в себя: введение, три раздела, заключение, список использованной литературы, содержит 12 таблиц, 2 рисунка, 6 чертежей, объем работы – 54 страницы.

В процессе проектирования выполнены следующие разработки:

- светотехнический расчет помещений здания;
- определение электрической нагрузок потребителей;
- расчет внутренних электрических сетей;
- расчет системы заземления и молниезащиты.

Актуальность данной темы обуславливается тем, что торговые центры в настоящее время являются одним из активно развивающихся типов коммерческих сооружений. Важной и неотъемлемой частью торгового помещения является его система электроснабжения.

Спроектированная схема электроснабжения торгового центра удовлетворяет ряду требований: высокая надежность и экономичность, безопасность и удобство в эксплуатации, обеспечено требуемое качество электроэнергии, соответствующие уровни напряжения.

Содержание

Введение.....	4
1 Обоснование целей, задач и объема оптимизации.....	5
1.1 Общие сведения о торговом центре.....	5
1.2 Анализ существующего состояния системы электроснабжения и обоснование задач ее оптимизации.....	6
1.3 Выбор общей схемы электрических соединений.....	7
2 Проектирование системы электроснабжения.....	9
2.1 Расчет электрических нагрузок.....	9
2.2 Расчет элементов основной системы электроснабжения.....	13
2.3 Расчет системы освещения.....	17
2.4 Проектирование системы релейной защиты.....	30
3 Мероприятия по технике безопасности и охране труда.....	34
3.1 Расчет системы заземления и молнезащиты.....	34
3.2 Обеспечение безопасности персонала.....	38
3.3 Экономический анализ проекта.....	45
Заключение.....	52
Список используемых источников.....	53

Введение

Торговые центры в настоящее время являются одним из активно развивающихся типов коммерческих сооружений. Важной и неотъемлемой частью торгового помещения является его система электроснабжения. От качества системы электроснабжения зависит качество работы торгового центра, а также безопасность посетителей и персонала.

Качественно выполненный проект электроснабжения торгового центра предполагает наличия множества различных инженерных систем, которые принимают участие в обеспечении непрерывной работы. Он включает в себя такие элементы: система основного электроснабжения, которая содержит подключение к централизованным сетям, а также распределительное и трансформаторное оборудование; система освещения, обеспечивающая хорошую видимость во всех помещениях вне зависимости от погодных условий или текущего времени суток; система поддержания микроклимата, в которую входит кондиционирование воздуха, обогрев, вентиляция; система резервного и гарантированного электропитания, необходимая для предотвращения возникновения нештатных ситуаций при отключении основного источника энергии.

Целью данного дипломного проекта является оптимизация системы электроснабжения торгового центра. По степени надежности электроснабжения потребители торгового центра относятся к II категории электроснабжения. В проекте предусматривается расчет электрических нагрузок, выбор элементов системы электроснабжения, расчет внутреннего электроосвещения, расчет системы заземления и молниезащиты.

1 Обоснование целей, задач и объема оптимизации

1.1 Общие сведения о торговом центре

Здание торгового центра представлено прямоугольным строением, с размерами в плане 60×27 м. Торговый комплекс представлен 1-но этажным зданием с автостоянкой на 20 парковочных мест. Общая внутренняя площадь составляет 1566 м², торговая площадь - 865 м². Высота здания составляет 8 м.

Данный центр рассчитан на 12 торговых точек. В здании размещены технические помещения (венткамера, электрощитовая, серверная, кладовая), комната персонала и кабинет администрации.

Стены здания выполнены из кирпича с навесной вентилируемой фасадной системой с облицовкой из алюминиевых композитных панелей и гранита со скрытым креплением (с пропилом в нижнем и верхнем торцах панели, куда заводятся специальные ребра).

Для полов в торгово-выставочном зале используется керамогранитная плитка, для кабинетов, комнат персонала – коммерческий линолеум, для технических помещений – бетонные.

Для маломобильных групп населения в торговом центре предусмотрено оснащение здания всеми необходимыми современными системами жизнеобеспечения, в том числе: входные площадки, коридоры, оснащенные поручнями и специально оборудованные туалетные кабины. Для доступа инвалидов и маломобильных групп населения в здание предусмотрен пандус.

Вход в здание защищен от атмосферных осадков. На пути движения людей пороги отсутствуют.

В качестве нагревательных приборов принят электрокалорифер. В здании предусмотрена приточная вентиляция.

1.2 Анализ существующего состояния системы электроснабжения и обоснование задач ее оптимизации

Рассматриваемый торговый центр базируется в здании бывших складских помещений. Электроснабжение здания осуществляется одним кабельным вводом через вводное распределительное устройство. Для защиты панелей вводного распределительного устройства от короткого замыкания на вводах и отходящих линиях установлены плавкие предохранители. Системы освещения склада выполнены светильниками типа РСП с лампами типа ДРЛ.

Необходимость модернизации и оптимизации продиктована следующими факторами:

- физическое и моральное старение оборудования, кабельных линий;
- перепланировка здания;
- перепрофилирование здания.

Старение оборудования не дает возможность безопасно эксплуатировать данное оборудование, а также в значительной степени снижает надежность электроснабжения потребителей и здания в целом.

Перепрофилирование здания требует установки соответствующего оборудования под новые нужды. В данном здании отсутствует система вентиляции и обогрева помещений. Существующее распределительное устройство, кабельные линии не обладают возможностью расширения для подключения новых мощностей.

Перепрофилирование здания вызвало за собой необходимость его перепланировки. В таких условиях невозможно сохранить существующую конфигурацию кабельной трассы.

Помещения торгового центра имеют более высокую нормированную освещенность. Архитектурные особенности торгового центра так же влияют расчетную высоту подвеса светильников. Перепрофилирование и перепланировка здания требует замены существующей системы освещения.

1.3 Выбор общей схемы электрических соединений

Для электроснабжения потребителей здания запроектирован ВРУ, установленное в помещении электрощитовой.

В щитовом помещении на наружной стене установлен ящик с главной заземляющей шиной (ГЗШ).

На вводе и на отходящих группах в щите ВРУ установлены автоматические выключатели и дифференциальные автоматы. У каждого из абонентов, расположенных в здании, устанавливается самостоятельный учетно-распределительный щит (ЩУР), питающейся от ВРУ. Всего в здании расположено 12 щитов.

Питание электроприемников выполнено от сети 380/220В с системой заземления TN-C-S. Линии питания трехфазных потребителей выполнены кабелями с пятью жилами, однофазных потребителей – кабелями с тремя жилами.

Силовые сети выполняются:

- открыто в лотках за подвесным потолком;
- скрыто в гофрированных трубах за стенами из гипрока;
- кабелем с медными жилами минимальным сечением 2,5мм².

Все ответвления кабелей выполнены в клеммных коробках.

Проходы сквозь стены выполняются в трубах.

Розетки установлены скрыто на высоте до 1м от пола. Опуски кабелей от подвесного потолка до розеток выполнены скрыто, в гофрированных трубах под облицовочными материалами. Все розетки 220В имеют заземляющий контакт и защитное устройство, автоматически закрывающее гнезда штепсельной розетки при вынутой вилке.

Освещенность помещений выбрана в соответствии с указаниями СП 31-110-2003, СНиП 23-05-95.

Нормируемая освещенность, типы, количество и место установки светильников приведены на плане электроосвещения.

Сети освещения прокладываются скрыто в гофрированных трубах (не распространяющих горения) на кабельных лотках за подвесными потолками кабелем с медными жилами минимальным сечением 1,5мм². Все ответвления кабелей выполнены в клеммных коробках.

Выключатели установлены скрыто на высоте 1,5м от пола. Опуски кабелей от подвесного потолка до выключателей выполнены скрыто, в гофрированных трубах за обшивкой стен из гипрока.

На коридорах запроектировано рабочее и эвакуационное освещение, выполненное светильниками со светодиодными лампами.

Коммерческий учет потребления электроэнергии потребителями зданий осуществляется в точке балансового разграничения с энергоснабжающей организацией - счетчиком, установленным в ВРУ. Для учета электроэнергии, потребленной арендаторами помещений, в каждом щите ЩУР установлен счетчик электрической энергии.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции электрооборудования и электрических сетей применяется защитное заземление.

Молниезащита выполнена молниеприемной сеткой, смонтированной на крыше здания.

Выводы по разделу.

В данном разделе приводилось описание проектируемого торгового центра. В ходе описания была проанализирована существующая система электроснабжения, где было обоснованы причины ее оптимизации и модернизации. Также в разделе был произведен выбор общей схемы соединений с описанием конструктивного исполнения и особенностей.

2 Проектирование системы электроснабжения

2.1 Расчет электрических нагрузок

Токоприемниками силового оборудования являются: кассовые аппараты, компьютерная техника, серверное оборудование, электродвигатели вентиляторов, электрокалорифер, нагрузки подключаемой световой рекламы и др.

Определим нагрузку методом коэффициента спроса [11] и [14].

Электрические нагрузки рассчитаем для каждого распределительного пункта, шкафа, а также ВРУ в целом.

Перед определением нагрузок необходимо выбрать коэффициент спроса K_c для каждого электроприемника, который зависит от характерной категории ЭП и является справочной величиной либо применяется исходя из производственной практики.

Расчетная активная нагрузка группы электроприемников ($n > 1$):

$$P_p = \sum K_c \cdot P_{уст}, \quad (1)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность электроприемника, кВт.

Расчетная реактивная нагрузка группы электроприемников:

$$Q_p = \sum P_{уст} \cdot K_c \cdot tg\varphi, \quad (2)$$

где $tg\varphi$ - коэффициент мощности электроприемника.

Полная расчетная мощность:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (3)$$

Расчетный ток нагрузки:

- для однофазных участков:

$$I_p = \frac{P_p}{U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{S_p}{U_\phi}. \quad (4)$$

- для трехфазных участков:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}. \quad (5)$$

Нагрузка распределительных пунктов торговых точек состоит из следующих приемников: рабочее освещение, компьютерная техника, световые вывески, бытовые электроприборы, розеточные группы. Заложим для каждого из бутиков мощность 6 кВт.

На каждую розеточную группу устанавливаем мощность 7 кВт.

Групповые линии, имеющие однофазное питание и включенные на фазное напряжение, необходимо распределить наиболее равномерно. В случае неравномерной нагрузки фаз расчетная активная нагрузка секций ВРУ принимается равной утроенному значению нагрузки наиболее загруженной фазы.

Произведем расчет нагрузок для 1-ой секции. Однофазные приемники секции распределены по фазам неравномерно:

$$P_{p(A)} = K_c \cdot P_{zp1.1} + K_c \cdot P_{zp1.4} + K_c \cdot P_{zp1.7} = 0,9 \cdot 6 + 0,9 \cdot 6 + 0,3 \cdot 3 = 11,7 \text{ кВт};$$

$$P_{p(B)} = K_c \cdot P_{zp1.2} + K_c \cdot P_{zp1.5} + K_c \cdot P_{zp1.10} = 0,9 \cdot 6 + 0,9 \cdot 6 + 0,2 \cdot 3 = 11,4 \text{ кВт};$$

$$P_{p(C)} = K_c \cdot P_{zp1.3} + K_c \cdot P_{zp1.6} + P_{ЩАО} = 0,9 \cdot 6 + 0,9 \cdot 6 = 11,6 \text{ кВт}.$$

Следовательно, для приведения нагрузки фаз расчетная активная

нагрузка линий принимается равной утроенному значению нагрузки наиболее загруженной фазы. Итого расчетная мощность по первой секции с учетом трехфазных потребителей:

$$P_{P(1c)} = 3 \cdot P_{p(A)} + K_c \cdot P_{cp1.8} + K_c \cdot P_{cp1.9} = 3 \cdot 11,7 + 0,5 \cdot 80 + 0,8 \cdot 8 = 81,6 \text{ кВт.}$$

Расчетная реактивная нагрузка:

$$Q_{P(1c)} = 3 \cdot P_{p(A)} \cdot \operatorname{tg}\varphi + K_c \cdot P_{cp1.8} \cdot \operatorname{tg}\varphi + K_c \cdot P_{cp1.9} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 3 \cdot 11,7 \cdot 0,33 + 0,5 \cdot 80 \cdot 0,48 + 0,8 \cdot 8 \cdot 0,62 = 35 \text{ квар.}$$

Полная расчетная мощность 1-ой секции:

$$S_p = \sqrt{81,6^2 + 35^2} = 89 \text{ кВА.}$$

Расчетный ток 1-ой секции:

$$I_p = \frac{89}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 129 \text{ А.}$$

Расчет нагрузок для остальных узлов и в целом по торговому центру производится аналогично. Результаты расчетов нагрузки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение расчетных нагрузок торгового центра

№ группы	Наименование	Фаза	$P_{уст},$ кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p,$ кВт	$Q_p,$ квар	$S_p,$ кВА	$I_p,$ А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 секция										
гр. 1.1	Бутик 110	А	7	0,8	0,95	0,33	5,4	1,77	-	28,7
гр. 1.2	Бутик 109	В	7	0,8	0,95	0,33	5,4	1,77	-	28,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
гр. 1.3	Бутик 108	С	7	0,8	0,95	0,33	5,4	1,77	-	28,7
гр. 1.4	Бутик 107	А	7	0,8	0,95	0,33	5,4	1,77	-	28,7
гр. 1.5	Бутик 106	В	7	0,8	0,95	0,33	5,4	1,77	-	28,7
гр. 1.6	Бутик 105	С	7	0,8	0,95	0,33	5,4	1,77	-	28,7
гр. 1.7	Розетки пом. 101, 102	А	3	0,3	0,95	0,33	0,9	0,3	-	14,4
гр. 1.8	Электрокало- рифер ЭКО	АВС	80	0,5	0,9	0,48	40	19,4	-	128,3
гр. 1.9	Приточный вентилятор П-1	АВС	8	0,8	0,85	0,62	6,4	3,97	-	12,2
гр. 1.10	Розетки пом. 119, 118	В	3	0,2	0,95	0,33	0,6	0,2	-	14,4
гр. 1.11	ЩАО	С	0,82	1	0,95	0,33	0,82	0,27	-	3,9
Итого по 1-ой секции			150,8	-	-	-	81,6	35	89	129
2 секция										
гр. 2.1	Бутик 116	А	6	0,9	0,95	0,33	5,40	1,77	-	28,7
гр. 2.2	Бутик 115	В	6	0,9	0,95	0,33	5,40	1,77	-	28,7
гр. 2.3	Бутик 114	С	6	0,9	0,95	0,33	5,40	1,77	-	28,7
гр. 2.4	Бутик 113	А	6	0,9	0,95	0,33	5,40	1,77	-	28,7
гр. 2.5	Бутик 112	В	6	0,9	0,95	0,33	5,40	1,77	-	28,7
гр. 2.6	Бутик 111	С	6	0,9	0,95	0,33	5,40	1,77	-	28,7
гр. 2.7	Розетки пом. 103	А	3	0,3	0,95	0,33	0,90	0,30	-	14,4
гр. 2.8	Розетки пом. 122	В	3	0,5	0,95	0,33	1,50	0,49	-	14,4
гр. 2.9	Розетки пом. 121, 117	С	3	0,5	0,95	0,33	1,50	0,49	-	14,4
гр. 2.10	Розетки пом. 120	А	3	1	0,95	0,33	3,00	0,99	-	14,4
гр. 2.11	ЩРО	АВС	4,42	1	0,95	0,33	4,42	1,45	-	6,7
гр. 2.12	Приточный вентилятор П-1а	АВС	8	0,8	0,85	0,62	6,40	3,97	-	13,6
Итого по 2-ой секции			60,42	-	-	-	25,5	15,1	29,6	43

Полная расчетная мощность торгового центра:

$$S_p = \sqrt{(P_{c1} + P_{c2})^2 + (Q_{c1} + Q_{c2})^2} = \sqrt{(81,6 + 25,5)^2 + (35 + 15,1)^2} = 118 \text{ кВА.}$$

Полный расчетный ток:

$$I_p = \frac{118}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 170 \text{ А.}$$

2.2 Расчет элементов основной системы электроснабжения

К основным элементам системы электроснабжения относятся распределительные пункты, щиты, вводно-распределительные устройства, аппараты защиты, кабельные линии т.п.

В помещениях торговых точек (бутики) примем к установке щит учетно-распределительный наружный ЩУР-13 с дифференциальными автоматами типа АД12.

В качестве вводного устройства примем вводно-распределительное устройство с АВР 250А и отходящими линиями ВРУ-Б-250-03-12. В данном ВРУ на вводах используется автоматические выключатели ВА88-35, на отходящих линиях – ВА88-32 для силовых установок, АД12 – для розеточных групп.

Условия выбора автоматического выключателя:

$$I_{ном.а} \geq I_p, \quad (6)$$

$$I_{ном.р} \geq I_p. \quad (7)$$

где $I_{ном.а}$ – номинальный ток выключателя, А;

$I_{ном.р}$ – номинальный ток расцепителя выключателя, А.

Произведем выбор аппаратов защиты групповых и питающих линий. Выбор аппаратов защиты произведен в таблице 2.

Таблица 2 – Выбор аппаратов защиты

№ группы	Наименование защищаемого объекта (линии)	I_p , А	Тип вык-ля	$I_{ном.а}$, А	$I_{ном.р}$, А
гр. 1.1	Бутик 110 (ЩР-1)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 1.2	Бутик 109 (ЩР-2)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 1.3	Бутик 108 (ЩР-3)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 1.4	Бутик 107 (ЩР-4)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 1.5	Бутик 106 (ЩР-5)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 1.6	Бутик 105 (ЩР-6)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 1.7	Розетки пом. 101, 102	14,4	АД12	16	16
гр. 1.8	Электрокалорифер ЭКО	128,3	ВА88-33	160	160
гр. 1.9	Приточный вентилятор П-1	12,2	ВА88-32	125	16
гр. 1.10	Розетки пом. 119, 118	14,4	АД12	16	16
гр. 1.11	ЩАО	3,9	ВА88-32	125	12,5
гр. 2.1	Бутик 116 (ЩР-7)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 2.2	Бутик 115 (ЩР-8)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 2.3	Бутик 114 (ЩР-9)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 2.4	Бутик 113 (ЩР-10)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 2.5	Бутик 112 (ЩР-11)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 2.6	Бутик 111 (ЩР-12)	28,7	ВА88-32	125	32
гр. 2.7	Розетки пом. 103	14,4	АД12	16	16
гр. 2.8	Розетки пом. 122	14,4	АД12	16	16
гр. 2.9	Розетки пом. 121, 117	14,4	АД12	16	16
гр. 2.10	Розетки пом. 120	14,4	АД12	16	16
гр. 2.11	ЩРО	6,7	ВА88-32	125	12,5
гр. 2.12	Приточный вентилятор П-1а	13,6	ВА88-32	125	16
Ввод-1	ВРУ ввод 1	170	ВА88-35	250	250
Ввод-2	ВРУ ввод 2	170	ВА88-35	250	250

Выбор пускателей производится в соответствии с условиями эксплуатации и окружающей среды; в зависимости от режима работы аппаратов (АС-3, АС-4, ДС); от величины напряжения, тока нагрузки, коммутационной способности, необходимости реверсирования и сигнализации. Для выбора уставок срабатывания теплового реле магнитного пускателя необходимо соблюдать условия:

$$I_{ном.т} \geq I_{ном}, \quad (8)$$

$$I_{min} < I_p < I_{max}, \quad (9)$$

где $I_{ном.т}$ – номинальный ток теплового реле, А;

I_{min} и I_{max} – пределы регулирования тока несрабатывания теплового реле, А.

Произведем выбор магнитного пускателя с тепловым реле для приточного вентилятора П-1. Принимаем магнитный пускатель типа КМИ-11811 фирмы ИЕК с номинальным током $I_{ном.п.} = 18$ А. В качестве теплового реле используется реле РТИ-1321 с диапазоном уставки 12...18А.

При выборе проводов и жил кабелей напряжением до 1кВ, необходимо учитывать их минимально допустимые сечения по механической прочности. Для силовых цепей, выполненных кабельным проводником и медными проводящими жилами минимальное сечение составляет 2,5 мм². Выбор проводникового материала производится по техническим условиям.

По допустимому нагреву сечения кабелей выбираются по условию:

$$I_{доп} \geq I_p / K_1 \cdot K_2, \quad (10)$$

где $I_{доп}$ – длительно допустимый ток кабеля, А;

K_1, K_2 – коэффициенты, учитывающие фактическую температуру окружающей среды и количество совместно проложенных проводников.

Принятое сечение необходимо согласовать с током уставки защитного аппарата:

$$I_{доп} \geq I_{ном.з} \quad (11)$$

где $I_{ном.з}$ – номинальный ток устройства защиты (плавкой вставки предохранителя, теплового или комбинированного расцепителя автомата), А.

Для распределительных линий принимаем кабеля медными жилами, изоляцией и оболочкой из ПВХ пониженной пожарной опасности марки

ВВГнгLS. Кабели до электроприемников будут прокладываться открыто в лотках за подвесным потолком, скрыто в гофрированных трубах за стенами из гипрока. Определим сечение кабеля приточного вентилятора П-1.

Допустимый ток нагрева кабеля:

$$I_{доп} \geq 12,2 / (1 \cdot 1) = 12,2 \text{ А.}$$

Согласование сечения проводникового материала с током уставки защитного аппарата:

$$I_{доп} \geq 16 \text{ А.}$$

По таблице ПЗ.4 [10] выбираем кабель ВВГ 4х2,5 с $I_{доп} = 25 \text{ А}$.

Для остальных электроприемников кабель выбирается аналогично.

Результаты выбора кабелей сведены в таблице 3.

Таблица 3 – Выбор кабелей для ЭП

№ на плане	Наименование защищаемого объекта (линии)	I_p , А	K_1	K_2	$I_{ном.р}$, А	Марка и сечение кабеля	$I_{доп}$, А
1	2	3	4	5	6	7	8
гр. 1.1	Бутик 110 (ЩР-1)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 1.2	Бутик 109 (ЩР-2)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 1.3	Бутик 108 (ЩР-3)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 1.4	Бутик 107 (ЩР-4)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 1.5	Бутик 106 (ЩР-5)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 1.6	Бутик 105 (ЩР-6)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 1.7	Розетки пом. 101, 102	14,4	1	1	16	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 1.8	Электрокалорифер ЭКО	128,3	1	1	160	ВВГнгLS 3×50	145
гр. 1.9	Приточный вентилятор П-1	12,2	1	1	16	ВВГнгLS 4×2,5	25
гр. 1.10	Розетки пом. 119, 118	14,4	1	1	16	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 1.11	ЩАО	3,9	1	1	12,5	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 2.1	Бутик 116 (ЩР-7)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 2.2	Бутик 115 (ЩР-8)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 2.3	Бутик 114 (ЩР-9)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 2.4	Бутик 113 (ЩР-10)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
гр. 2.5	Бутик 112 (ЩР-11)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 2.6	Бутик 111 (ЩР-12)	28,7	1	1	32	ВВГнгLS 3×4	35
гр. 2.7	Розетки пом. 103	14,4	1	1	16	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 2.8	Розетки пом. 122	14,4	1	1	16	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 2.9	Розетки пом. 121, 117	14,4	1	1	16	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 2.10	Розетки пом. 120	14,4	1	1	16	ВВГнгLS 3×2,5	25
гр. 2.11	ЩРО	6,7	1	1	12,5	ВВГнгLS 5×2,5	25
гр. 2.12	Приточный вентилятор П-1а	13,6	1	1	16	ВВГнгLS 4×2,5	25

Из проделанного расчета составим принципиальную однолинейную схему электроснабжения торгового центра. Представлена данная схема в приложении В.

2.3 Расчет системы освещения

Электрическое освещение – важнейший фактор, от которого в значительной мере зависят пребывания людей.

В помещениях общественных зданий, как правило, следует применять систему общего освещения. Общее освещение - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение).

Требования к освещению помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий (КЕО, нормируемая освещенность, цилиндрическая освещенность, объединенный показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности) следует принимать по таблице 2 и приложению К [16]

При проектировании искусственного и комбинированного освещения для компенсации спада освещенности в процессе эксплуатации следует вводить коэффициент запаса K_3 . Коэффициент K_3 может быть определен по

таблице 2.1 [7].

По [7, П.1] произведём выбор нормированной освещённости для всех имеющихся помещений. Параметры помещений цеха сведём в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры помещений

Номер по плану	Наименование помещений	Высота, H , м	Длина A , м	Ширина B , м	Площадь S , м ²	Высота рабочей поверхности, h_p , м	Нормированная освещённость $E_{н.лк}$	Коэффициент запаса K_3	Коэффициенты отражения, %
101, 102	Санузел	5	5	5	25	0	75	1,4	50/50/30
105-109, 111-116	Бутик	5	10	7	70	0,8	400	1,6	80/50/30
110	Бутик	5	10	9,5	90	0,8	400	1,6	80/50/30
103	Кладовая	5	10	5	50	0	150	1,4	50/50/30
104	Коридор	5	-	-	403	0	400	1,6	50/50/30
117	Коридор	5	-	-	88	0	200	1,4	50/50/30
118	Венткамера	5	6	5	30	0,8	150	1,4	50/50/30
119	Электрощитовая	5	5	4	20	0,8	150	1,4	50/50/30
120	Серверная	4	5	4	20	0,8	300	1,4	50/50/30
121	Комната персонала	4	5	4	20	0,8	300	1,4	50/50/30
122	Администрация	4	5	4	20	0,8	300	1,4	50/50/30

В качестве источников света будем применять светодиодные лампы. Основное достоинство светодиодных – простая конструкция, низкое энергопотребление, надежность.

Для сети рабочего и аварийного освещения примем светильники типа ДПО12 «Korona Slim».

Размещение светильников в разрезе помещения определяется следующими размерами (рисунок 1):

H – высота помещения;

h_c – высота свеса светильника ($h_c = 0...1,5$ м);

h_p – высота рабочей поверхности ($h_p = 0,8$ м);

H_p – высота подвеса светильника над освещаемой поверхностью.

В общем случае расчетная высота подвеса светильников определяется по выражению (12):

$$H_p = H - (h_c + h_p). \quad (12)$$

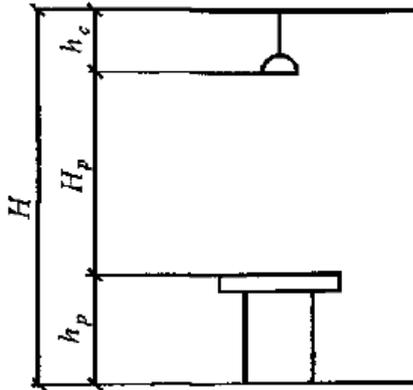


Рисунок 1 - Размещение светильника по высоте помещения

Высоту помещений ограничим высотой монтажа навесного потолка, который скрывает инженерно-технические сооружения (система вентиляции, кабельные лотки и др.).

Расстояние от стены до светильников:

$$l = (0,2...0,4) \cdot L, \quad (13)$$

где L – расстояние между соседними светильниками, м.

Значение L определяется исходя из типа кривой света и расчетной высотой подвеса [7, таблица 6.1].

Число рядов светильников:

$$R = \frac{B - 2 \cdot l}{L} + 1, \quad (14)$$

где B – ширина помещения, м.

Полученный результат округляется до ближайшего целого числа и пересчитываются реальные расстояния между рядами светильников:

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}. \quad (15)$$

При использовании люминесцентных или светодиодных ламп сперва рассчитывается световой поток ряда светильников, а затем число светильников в ряду. При этом расстояние между соседними светильниками в ряду:

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l - N_R \cdot l_c}{N_R - 1}, \quad (16)$$

где l_c – длина одного светильника, м.

Произведем расчет расположения рядов светильников для помещения 105.

Расчетная высота подвеса:

$$H_{P(105)} = 5 - (0,8 + 0) = 4,2 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками:

$$L = 1,4 \cdot 4,2 = 5,88 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до светильников:

$$l = (0,2 \dots 0,4) \cdot 5,88 = 2 \text{ м.}$$

Число рядов светильников:

$$R = \frac{7 - 2 \cdot 2}{5,88} + 1 \approx 3$$

Фактическое расстояние между рядами светильников:

$$L_B = \frac{7 - 2 \cdot 2}{3 - 1} = 1,5 \text{ м.}$$

Для остальных помещений расчет производится аналогично.

Результаты расчетов по выражениям для всех помещений занесем в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчетов расположения светильников

Номер по плану	Наименование помещений	h_c , м	H_P , м	L , м	l , м	R	L_B , м
101, 102	Санузел	0	5	7	1,5	2	1
105-109, 111-116	Бутик	0	4,2	5,88	2	3	1,5
110	Бутик	0	4,2	5,88	1,5	4	2,17
103	Кладовая	0	5	7	1,5	2	2
104	Коридор	0	5	7	2	2	2
117	Коридор	0	5	7	2	1	-
118	Венткамера	0	4,2	5,88	1,5	2	2
119	Электрощитовая	0	4,2	5,88	1,5	2	1
120	Серверная	0	3,2	4,48	1,5	2	1
121	Комната персонала	0	3,2	4,48	1,5	2	1
122	Администрация	0	3,2	4,48	1,5	2	1

Световой поток ламп, необходимый для создания заданной минимальной освещенности в одном ряду определяется по формуле:

$$\Phi_R = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{R \cdot \eta}, \quad (17)$$

где E_H – нормированная освещённость, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – площадь освещаемой поверхности, м²;

z – коэффициент неравномерности светового потока ($z = 1,05$ для СД ламп, $z = 1,1$ для ЛЛ);

R – число рядов;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования определяется в зависимости от значений индекса помещения i и коэффициентов отражения потолка, стен, рабочей поверхности – ρ_n, ρ_c, ρ_p .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}, \quad (18)$$

где A и B – соответственно длина и ширина помещения.

Количество ламп, в ряду для создания необходимого уровня освещенности:

$$N_R = \frac{\Phi_R}{\Phi_l}, \quad (19)$$

где Φ_l – световой поток лампы, лм.

Индекс помещения 105:

$$i = \frac{10 \cdot 7}{4,2 \cdot (10 + 7)} = 0,98$$

По [18] коэффициент использования светового потока для данного помещения при выбранных типах светильников равен 0,65.

Необходимый световой поток одного ряда:

$$\Phi_R = \frac{400 \cdot 1,6 \cdot 70 \cdot 1,05}{3 \cdot 0,65} = 24120 \text{ лм.}$$

Необходимое количество светильников ДПО 12-64-111.22 для данного помещения:

$$N_R = \frac{24120}{8150} = 2,96.$$

Принимаем $N_R = 3$.

Фактическое расстояние между светильниками ряда:

$$L_A = \frac{10 - 2 \cdot 2 - 3 \cdot 1,5}{3 - 1} = 0,75 \text{ м.}$$

Принимаем к установке светильники ДПО 12-64-111.22. Для остальных помещений расчет производится аналогично. Результаты расчетов расположения светильников, а также, конечно, выбранных к установке светильников приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчетов расположения светильников

Номер по плану	Наименование помещений	i	η	R	Φ_R , лм	N_R , шт	L_A , м	L_B , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101, 102	Санузел	0,5	0,38	2	3627	1	-	1
105-109, 111-116	Бутик	0,98	0,65	3	24120	3	0,75	1,5
110	Бутик	1,16	0,69	3	23130	3	1,25	2,17

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
103	Кладовая	0,67	0,45	2	12250	4	0,33	2
104	Коридор	1,08	0,66	2	205164	22+6	0,71	2
117	Коридор	0,46	0,37	1	69924	10+2	0,55	-
118	Венткамера	0,65	0,44	2	7517	1	-	2
119	Электрощитовая	0,53	0,39	2	5654	1	-	1
120	Серверная	0,69	0,49	2	9000	1	-	1
121	Комната персонала	0,69	0,49	2	9000	1	-	2
122	Администрация	0,69	0,49	2	900	1	-	2

Характеристика выбранных к установке светильников приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики светильников

Номер по плану	Наименование помещений	Тип светильника	Φ_l , лм	P , Вт	Тип КСС	Длина, мм	Ширина, мм
101, 102	Санузел	ДПО 12-32-111.22	4400	33	Д	1485	68
105-109, 111-116	Бутик	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
110	Бутик	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
103	Кладовая	ДПО 12-22-111.22	3450	26	Д	1485	68
104	Коридор	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
117	Коридор	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
118	Венткамера	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
119	Электрощитовая	ДПО 12-44-111.22	6000	45	Д	1485	68
120	Серверная	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
121	Комната персонала	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68
122	Администрация	ДПО 12-64-111.22	8150	63	Д	1485	68

Для создания эвакуационного освещения выделим часть светильников из числа рабочего освещения и присоединим их к сети аварийного освещения.

Каждый тип освещения подключается к распределительной сети соответствующего щитка освещения ЩРО, ЩАО, устанавливаемого коридоре (№117). Прокладка распределительной сети щитков освещения

выполнена открыто в лотках за подвесным потолком.

Заземление щитков освещения выполнено свободной жилой питающего кабеля от существующего контура заземления подстанции. Заземление светильников выполнено свободной жилой кабеля от щитка освещения.

В качестве распределительного устройства для рабочего и аварийного освещения принят щит распределительный осветительный типа ЩО-8505.

Расчётная мощность осветительной нагрузки:

$$P_{p0} = K_{co} \cdot K_{пра} \cdot P_{св} \cdot N_R, \quad (20)$$

где K_{co} – коэффициент спроса;

$K_{пра}$ – коэффициент потерь в ПРА;

$P_{л}$ – установленная мощность светильника, Вт

N_R – количество светильников.

Для расчета сети рабочего и аварийного освещения коэффициент спроса принимается равным единице.

Значение $K_{пра}$ для светодиодных светильников принимается равным единице.

В случае неравномерной нагрузки фаз расчетная активная нагрузка линии принимается равной утроенному значению нагрузки наиболее загруженной фазы.

Расчетные токи осветительной сети [12, стр. 136]:

- для однофазных участков:

$$I_p = \frac{P_{p0}}{U_\phi \cdot \cos\varphi}. \quad (21)$$

- для трехфазных участков:

$$I_p = \frac{P_{p0}}{3 \cdot U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{P_{p0}}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos\varphi}. \quad (22)$$

Данные необходимые для проведения расчёта мощности и токов групповых линий приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчетные данные групповых линий

Групповая линия	K_{co}	$K_{пра}$	$P_{л}$, Вт	N_R	$\cos\varphi$	Число фаз на групповую линию
ро.1	1	1	63	20	0,95	3
ро.2	1	1	63	21	0,95	3
ро.3	1	1	33	4	0,95	1
ро.4	1	1	26	8	0,95	1
ро.5	1	1	63	2	0,95	1
ро.6	1	1	45	2	0,95	1
ро.7	1	1	63	2	0,95	1
ро.8	1	1	63	2	0,95	1
ро.9	1	1	63	2	0,95	1
ро.10	1	1	63	12	0,95	3
ро.11	1	1	63	12	0,95	1
ро.12	1	1	63	9	0,95	1
ро.13	1	1	63	9	0,95	1
ро.14	1	1	63	9	0,95	1
ро.15	1	1	63	9	0,95	1
ро.16	1	1	63	9	0,95	1
ро.17	1	1	63	9	0,95	1
ро.18	1	1	63	9	0,95	1
ро.19	1	1	63	9	0,95	1
ро.21	1	1	63	9	0,95	1
ро.22	1	1	63	9	0,95	1
ао.1	1	1	63	9	0,95	1
ао.2	1	1	63	4	0,95	1

Проведем расчет для ряда ро.1.

Так как группа питается от 3-ех фазной сети, то светильники группы необходимо равномерно распределить по фазам. Т.к. количество светильников в группе 20 шт. то распределим светильники следующим образом: фаза А – 7; фаза В – 7; фаза С – 6. В случае неравномерной нагрузки фаз расчетная активная нагрузка линии принимается равной утроенному

значению нагрузки наиболее загруженной фазы:

$$P_{p(po.1)} = 1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 63 \cdot 7 = 1323 \text{ Вт.}$$

Расчетный ток ряда:

$$I_{p(po.1)} = \frac{1323}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 2,11 \text{ А.}$$

Для каждой фазы данного ряда примем к установке автомат типа ВА61-29 с номинальным током расцепителя 2,5 А.

Аналогично проводится расчет для остальных групп. Результаты расчетов сведены в таблице 10. По результатам расчета выбирается тип защитных автоматов в групповых осветительных щитках.

Произведем расчет нагрузок для щитка рабочего освещения (ЩРО). Однофазные приемники распределим по фазам равномерно:

$$P_{p(A)} = P_{po.3} + P_{po.7} = 132 + 126 = 258 \text{ Вт;}$$

$$P_{p(B)} = P_{po.4} + P_{po.8} = 208 + 126 = 334 \text{ Вт;}$$

$$P_{p(C)} = P_{po.5} + P_{po.6} + P_{po.9} = 126 + 90 + 126 = 342 \text{ Вт.}$$

Однофазные приемники секции распределены по фазам неравномерно. Следовательно, для приведения нагрузки фаз расчетная активная нагрузка линий принимается равной утроенному значению нагрузки наиболее загруженной фазы. Итого расчетная мощность освещения ЩРО с учетом трехфазных групп:

$$P_{po} = 3 \cdot P_{p(c)} + P_{po1} + P_{po2} + P_{po10} = 3 \cdot 342 + 1323 + 1323 + 756 = 4428 \text{ Вт.}$$

Расчетный ток ЩРО:

$$I_{p(\text{ЩРО})} = \frac{4428}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 7,1 \text{ А.}$$

В качестве вводного устройства примем трехфазный автомат ВА61-29 с номинальным током расцепителя 8 А.

Аналогично проводится расчет для щита аварийного освещения. Результаты расчетов сведены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты расчетов групповых и питающих линий

Групповая линия	P_{p0} , Вт	I_p , А	Кол-во и тип автомата	$I_{ном.а}$, А	$I_{ном.р}$, А
po.1	1323	2,11	3×ВА-61-29-1	63	2,5
po.2	1323	2,11	3×ВА-61-29-1	63	2,5
po.3	132	0,63	ВА-61-29-1	63	2,5
po.4	208	1,00	ВА-61-29-1	63	2,5
po.5	126	0,60	ВА-61-29-1	63	1,0
po.6	90	0,43	ВА-61-29-1	63	1,0
po.7	126	0,60	ВА-61-29-1	63	1,0
po.8	126	0,60	ВА-61-29-1	63	1,0
po.9	126	0,60	ВА-61-29-1	63	1,0
po.10	756	1,21	3×ВА-61-29-1	63	1,6
po.11	756	3,62	АД12	6	6
po.12	567	2,71	АД12	6	6
po.13	567	2,71	АД12	6	6
po.14	567	2,71	АД12	6	6
po.15	567	2,71	АД12	6	6
po.16	567	2,71	АД12	6	6
po.17	567	2,71	АД12	6	6
po.18	567	2,71	АД12	6	6
po.19	567	2,71	АД12	6	6
po.21	567	2,71	АД12	6	6
po.22	567	2,71	АД12	6	6
ao.1	567	2,71	ВА-61-29-1	63	3,2
ao.2	252	1,21	ВА-61-29-1	63	1,6
ЩРО	4428	7,1	ВА-61-29-3	63	8,0
ЩАО	819	3,9	ВА-61-29-1	63	6,3

Выбор проводников производится по двум основным условиям:

- по механической прочности;
- по соответствию номинальному току уставки защитного аппарата.

Механическая прочность обеспечивается применением проводов и кабелей, алюминиевые жилы которых должны быть не менее 2,5 мм² в сечении, а медные – не менее 1,5 мм².

Согласование сечения проводникового материала с током уставки защитного аппарата выполняется по условию:

$$I_{доп} \geq I_{ном.з} \geq I_p \quad (23)$$

где $I_{доп}$ – длительно допустимый ток кабеля, А;

$I_{ном.з}$ – номинальный ток устройства защиты (плавкой вставки предохранителя, теплового или комбинированного расцепителя автомата), А.

Выбор сечения кабелей произведем в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты расчетов групповых линий

Групповая линия	I_p , А	$I_{ном.р}$, А	Марка и сечение кабеля	$I_{доп}$, А
1	2	3	4	5
po.1	2,11	2,5	ВВГнгLS 5×1,5	18
po.2	2,11	2,5	ВВГнгLS 5×1,5	18
po.3	0,63	2,5	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.4	1,00	2,5	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.5	0,60	1,0	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.6	0,43	1,0	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.7	0,60	1,0	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.8	0,60	1,0	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.9	0,60	1,0	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.10	1,21	1,6	ВВГнгLS 5×1,5	18
po.11	3,62	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.12	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.13	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.14	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.15	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.16	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.17	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
po.18	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.19	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.21	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
po.22	2,71	6	ВВГнгLS 3×1,5	18
ao.1	2,71	3,2	ВВГнгLS 3×1,5	18
ao.2	1,21	1,6	ВВГнгLS 3×1,5	18

2.4 Проектирование системы релейной защиты

На бесперебойность работы энергосистемы влияют внешние природные и техногенные воздействия. Именно поэтому потребители первой и второй категории надежности, должны два и более независимых источника питания. Для переключения нагрузок между основными и резервными питаниями используются системы АВР.

Устройства АВР служат для восстановления питания потребителей путем автоматического присоединения резервного источника питания при отключении рабочего источника питания, приводящем к обесточиванию электроустановок потребителя.

Проектируемый торговый центр относится ко 2-ой категории электроснабжения. Согласно ПУЭ [9, п.1.2.20] электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, следовательно, на вводах питания необходимо предусмотреть схему АВР.

В данном случае будем использовать схему АВР «Крест» на контакторах. Данная схема наиболее распространена в вводно-распределительных устройствах (ВРУ).

Общая схема данного решения представлена на рисунке 2.

Преимуществами такой схемы являются:

- простота конструкции (надежность);
- высокая скорость переключения;

- не требует больших финансовых затрат на реализацию АВР в определенном диапазоне токов (10 А – 250 А).

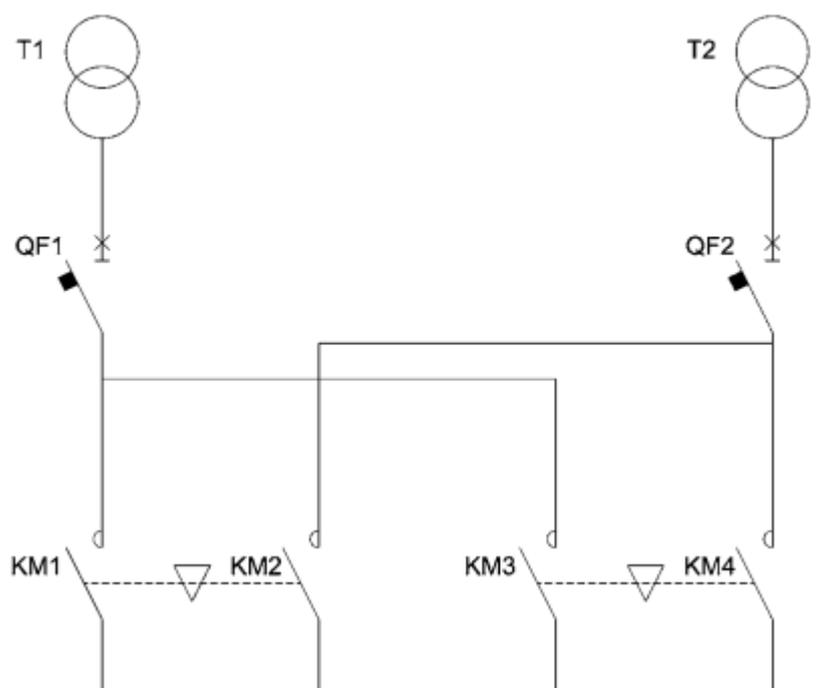


Рисунок 2 - Поясняющая схема АВР «Крест»

Принципиальная электрическая схема АВР представлена в приложении Д.

Принцип работы схемы следующий. Наличие и уровень напряжения на обоих вводах системы АВР контролируется с помощью реле контроля напряжения KV1 и KV4. В качестве аппаратов защит вводов используются автоматические выключатели QF1 и QF2.

При наличии напряжения на первом вводе реле напряжение KV1 своим блок контактом KV1.1 запитывает катушку промежуточного реле KL1. Блок-контакт промежуточного реле KL1.1 замыкает цепь питания катушки пускателя KM1, тем самым включая нагрузку 1-ой секции через первый ввод силовыми контактами пускателя KM1. В то же время нормально закрытый контакт KL1.2 промежуточного реле KL1 размыкает цепь управления пускателя KM2, тем самым блокируя питание 1-ой секции от второго ввода.

В свою очередь, при наличии напряжения на втором вводе реле напряжение KV4 своим блок контактом KV4.1 запитывает катушку промежуточного реле KL2. Блок-контакт промежуточного реле KL2.1 замыкает цепь питания катушки пускателя KM2, тем самым включая нагрузку 2-ой секции через второй ввод силовыми контактами пускателя KM2. В то же время нормально закрытый контакт KL2.2 промежуточного реле KL2 размыкает цепь управления пускателя KM3, тем самым блокируя питание 2-ой секции от первого ввода.

При пропадании или просадке напряжения на первом вводе и при наличии напряжения на втором вводе реле напряжение KV1 размыкает питание катушки промежуточного реле KL1, которое своим блок-контактом KL1.1 обесточивает пускатель KM1 (отключается первый ввод), а блок-контактом KL1.2 запитывает пускатель KM2. Силовые контакты пускателя KM2 запитывают 1-ую секцию от второго ввода. При восстановлении напряжения на первом вводе реле напряжение KV1 запитает промежуточное реле KL1, которое своими блок-контактами одновременно отключает пускатель KM2 и включает пускатель KM1, иными словами происходит автоматическое переключение на первый ввод.

При пропадании или просадке напряжения на втором вводе и при наличии напряжения на первом вводе реле напряжение KV4 размыкает питание катушки промежуточного реле KL2, которое своим блок-контактом KL2.1 обесточивает пускатель KM4 (отключается второй ввод), а блок-контактом KL2.2 запитывает пускатель KM3. Силовые контакты пускателя KM3 запитывают 2-ую секцию от первого ввода. При восстановлении напряжения на втором вводе реле напряжение KV2 запитает промежуточное реле KL2, которое своими блок-контактами одновременно отключает пускатель KM3 и включает пускатель KM4, иными словами происходит автоматическое переключение на второй ввод.

Лампы индикации HL1 и HL4 свидетельствуют о нормальном режиме работы, когда каждая секция питается от соответствующего ей ввода. Лампы

HL2 и HL3 служат для сигнализации аварийного режима и переводе питания одной из линий секций на резервный ввод, при этом зеленая лампа HL1 или HL4 основного ввода гаснет. Ситуация, при которой ни одна из ламп не светится, сигнализирует об отсутствии напряжения на обоих вводах. В качестве реле контроля напряжения KV1-KV4 используются реле контроля напряжения CM-PVE, которые контролируют уровень повышенного и пониженного напряжения, а также обрыв фазы. Данная модель реле не требует настройки и срабатывает при отклонениях напряжения от нормального или при полном пропадании напряжения (обрыве фазы). Кроме того, данная модель имеет фиксированное значение выдержки срабатывания при включении и отключении.

В схеме АВР реализована блокировка автоматического питания какой-либо из секций от противоположного ввода, в случае отключения одного из вводов по короткому замыканию или перегрузке. Это сделано для того, чтобы к противоположному вводу не подключить секцию с не устранившемся КЗ. Вспомогательные контакты автоматических выключателей QF1, QF2 в цепи питания контакторов KM2 и KM3, срабатывающие только при КЗ, тем самым блокируют включения другого ввода.

Выводы по разделу.

В данном разделе производился расчет электрических нагрузок торгового центра. На основании расчета нагрузок происходил выбор элементов системы электроснабжения: кабельные линии, аппараты защиты, распределительные щитки. Так же в разделе производился светотехнический расчет рабочего и аварийного освещения. В качестве источников света были выбраны светильники типа ДПО12 «Korona Slim» со светодиодными лампами т.к. они имеют простую конструкцию, низкое потребление и высокую надежность.

3 Мероприятия по технике безопасности и охране труда

3.1 Расчет системы заземления и молнезащиты

Заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством. Заземление применяется для защиты от поражения током, защиты электроаппаратуры от помех, для соединения металлических конструкций и сооружений, чтобы исключить возможность поражения током. Это достигается с помощью заземляющего устройства, основным элементом которого является заземлитель - металлоконструкция, врытая в землю. В производственных помещениях по контуру располагается шина заземления (стальная или медная полоса, связанная с заземлителем).

Сопротивление заземлителей зависит от удельного сопротивления, которое зависит от вида грунта. Удельное расчетное сопротивления грунта:

$$\rho_p = \rho \cdot K_{сез}, \quad (24)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$K_{сез}$ – коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и просыхание грунта, климатической зоны, вида заземлителя, принимается по таблице 1.13.2 [20].

Для расчёта заземляющего устройства предварительно определяются конфигурация заземлителя (в ряд, прямоугольник и т.п.), его тип, также сечение заземляющих проводников.

В зависимости от выбранного типа и сечения заземлителя, определяется его сопротивление растеканию тока R_6 по соответствующим формулам таблица 8.4 [5].

Предварительно необходимое количество вертикальных заземлителей:

$$n = \frac{L_z}{a}; \quad (25)$$

где L_z – длина горизонтального электрода, м;

a – расстояние между вертикальными заземлителями, которое выбирают равной одной, двум или трем длинам вертикальных заземлителей $a = (1 \dots 3) \cdot L_e$.

Далее рассчитывается сопротивление растеканию тока R_z горизонтального электрода по соответствующим формулам таблица 8.4 [5]:

Затем определяется сопротивление растеканию тока искусственных заземлителей:

$$R_u = \frac{R_e \cdot R_z}{R_e \cdot \eta_e + R_z \cdot \eta_z \cdot n}, \text{ Ом}; \quad (26)$$

где η_e и η_z – коэффициенты использования вертикальных и горизонтальных заземлителей соответственно, которые зависят числа заземлителей, расстояния между ними, принимается по таблице 1.13.5 [20].

При использовании естественных заземлителей общее сопротивление устройства заземления определяется:

$$R'_u = \frac{R_u \cdot R_e}{R_u + R_e}, \text{ Ом}; \quad (27)$$

где R_e – сопротивление естественного заземления, Ом.

В качестве естественного заземления выступает здание цеха. Сопротивление заземления железобетонных фундаментов здания:

$$R_e = \frac{\rho}{\sqrt{S}}, \text{ Ом}; \quad (28)$$

где S – площадь здания, м^2 .

Полученное сопротивление искусственных заземлителей не должно превышать допустимого значения R_3 , которое определяется в зависимости от типа электроустановки по таблице 1.13.1 [20]:

$$R_u (R_u') \leq R_3. \quad (29)$$

Для проектируемого здания выберем в качестве вертикального электрода стальную трубу длиной $L_e = 3$ м и диаметром $d = 15$ мм, верхние концы которых соединяются стальной полосой сечением 40х4, уложенный в грунт (суглинок), при глубине $t = 0,7$ м. Здание размещено в третьей климатической зоне ($K_{сез} = 1,5$)

Выберем контурное размещение заземлителей. Контурное заземляющее устройство закладывается на расстоянии 2 м от здания, следовательно, длина горизонтального электрода по периметру закладки равна:

$$L_e = (A + 2) \cdot 2 + (B + 2) \cdot 2 = (60 + 2) \cdot 2 + (27 + 2) \cdot 2 = 182 \text{ м.}$$

Сопротивление заземлителей зависит от удельного сопротивления, которое зависит от вида грунта. Для суглинка расчетная величина удельного сопротивления:

$$\rho_p = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Сопротивление растеканию тока вертикального заземлителя R_e для

стальной трубы по соответствующе формуле таблицы 8.4 [5]:

$$R_g = \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot L_g} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot L_g}{d}\right) = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 3}{0,015}\right) = 53,2 \text{ Ом.}$$

Зададимся условием, что расстояние между вертикальными заземлителями будет равно трёхкратной длине трубы вертикального заземлителя:

$$a = 3 \cdot L_g = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м.}$$

Предварительно необходимое количество вертикальных заземлителей:

$$n = \frac{182}{9} \approx 19.$$

Далее определяем сопротивление растеканию тока горизонтального электрода R_z для стальной полосы по соответствующей формуле таблицы 8.4 [5]:

$$R_z = \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot L_z} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot L_z^2}{0,5 \cdot b \cdot t}\right) = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 182} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 182^2}{0,5 \cdot 0,004 \cdot 0,7}\right) = 2,32 \text{ Ом.}$$

По таблице 1.13.5 [20] принимаем значения коэффициентов использования вертикальных и горизонтальных заземлителей равными $\eta_g = 0,71$ и $\eta_z = 0,45$ соответственно.

Сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_u = \frac{53,2 \cdot 2,32}{53,2 \cdot 0,71 + 2,32 \cdot 0,45 \cdot 20} = 2,1 \text{ Ом.}$$

Допустимое значение сопротивления заземляющего устройства для электроустановок напряжением сети 0,4кВ с глухозаземленной нейтралью составляет $R_3 = 4 \text{ Ом}$.

Расчетное значение сопротивления искусственного заземляющего устройства меньше допустимого значения, что соответствует ГОСТ 12.1.030-81.

В соответствии с инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (СО 153-34.21.122—2003) [15] и РД 34.21.122–87 [13] здание торгового центра относится к III категории молниезащиты с уровнем надежности от прямых ударов молнии 0,9. На основании этого молниезащиту реализуем с помощью молниеприемной сетке, которая монтируется на крыше здания. Шаг ячеек сетки должен составлять не менее 12×12м. Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы — оборудованы дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке. Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть проложены к заземлителям не реже чем через 25м по периметру здания.

3.2 Обеспечение безопасности персонала

Торговые центры являются местом большого скопления людей. В связи с этим соблюдение правил охраны труда, а также контроль за их выполнением является обязательной частью любого торгового центра, так как этого напрямую зависит безопасность сотрудников и посетителей.

К работе в торговом центре допускаются лица старше 18 лет. При поступлении на работу сотрудники проходят вводный инструктаж. Повторные инструктажи проводятся сотрудникам, чья работа связана с эксплуатацией оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов.

Во время работы на работника могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная подвижность воздуха;
- пониженная контрастность; прямая и отраженная блескость;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи;
- недостаток естественного света;
- острые кромки, заусенцы, шероховатости на поверхности тары, товаров;
- нервно-психологические и эмоциональные перегрузки.

Работнику необходимо:

- оставлять верхнюю одежду, обувь, головной убор, личные вещи в гардеробной;
- перед началом работы надевать чистую, предусмотренную нормами одежду, менять ее по мере загрязнения;
- использовать инструмент, приспособления только по их прямому назначению;
- соблюдать правила личной гигиены: перед приемом пищи, в перерывах, после посещения туалета, по окончании работы мыть руки водой с мылом, пищу принимать в оборудованных для этих целей помещениях, форменную одежду (санитарную одежду) и личную одежду хранить в установленных местах.

Принимать пищу на рабочем месте запрещается. Работник должен известить администратора торгового центра о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на

рабочем месте, об ухудшении состояния своего здоровья, в т.ч. о проявлении признаков острого заболевания.

Перед началом выполнения работы персоналу необходимо:

- надеть форменную одежду или необходимую для выполнения работы санитарную одежду;
- осмотреть рабочее место, убрать лишние и мешающие предметы, проверить исправность поворотного стула, отрегулировать взаиморасположение его элементов в соответствии со своим ростом для обеспечения рациональной рабочей позы.

Перед включением контрольно-кассовой машины (кассового суммирующего аппарата; контрольно-кассовой машины), электронного устройства, предназначенного для выполнения кассовых операций регистрации расчетов за реализованные товары, выполненные работы или предоставленные услуги, а также для сбора, сохранения и выдачи финансовой информации, и печати платежных документов, необходимо внешним визуальным осмотром проверить:

- исправность штепсельной розетки, вилки, изоляции электрического соединительного кабеля (шнура);
- устойчивость машины на столе, отсутствие внешних повреждений и посторонних предметов вокруг машины;
- наличие и надежность заземляющих соединений (отсутствие обрывов, прочность контакта между корпусом машины и заземляющим проводом). Не приступать к работе при отсутствии или ненадежности заземления;
- отсутствие загрязнений снаружи и внутри машины;
- достаточность освещения рабочей поверхности;
- отсутствие слепящего действия света.

До момента включения контрольно-кассовой машины в электрическую сеть проверить исправность блокирующих устройств. Включить контрольно-кассовую машину в электрическую сеть и получением нулевого чека

проверить ее работу. Убедиться в исправной работе устройства вызова охраны (администрации), детектора банкнот (при наличии), рабочего и аварийного освещения.

При выполнении работы необходимо:

- выполнять только ту работу, по которой прошел обучение, инструктаж по охране труда и к которой допущен работником, ответственным за безопасное выполнение работ;
- не поручать свою работу необученным и посторонним лицам;
- применять необходимые для безопасной работы исправное оборудование, инструмент; использовать их только для тех работ, для которых они предназначены;
- соблюдать правила перемещения, пользоваться только установленными проходами;
- содержать в чистоте и порядке рабочее место, не загромождать его посторонними предметами, не хранить в кассовой кабине посторонние предметы, личные вещи;
- не поднимать и не переносить тяжести массой сверх установленной нормы: 10 кг для женщин и 50 кг для мужчин.

Во избежание поражения электрическим током или поломки контрольно-кассовой машины необходимо выполнять следующие требования:

- соблюдать требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации завода-изготовителя;
- включать машину в электрическую сеть через специальную розетку, которая должна быть заземлена;
- не снимать с машины предусмотренные конструкцией защитные крышки, кожухи и не работать без них;
- не допускать попадания воды, каких-либо мелких предметов (скрепок, иголок и т.п.) внутрь контрольно-кассовой машины;

- не закрывать посторонними предметами вентиляционные отверстия на корпусе контрольно-кассовой машины;
- не допускать резких сгибов и заземления электрического соединительного кабеля (шнура);
- при отключении машины от электрической сети необходимо браться за корпус вилки, а не за шнур;
- не оставлять без присмотра включенную контрольно-кассовую машину;
- заправку (замену) чековой и контрольной лент, добавление краски в красящий механизм производить только после отключения машины от электрической сети;
- помнить, что у машин с автоматическим открыванием денежного ящика во время выдачи первого чека под действием пружины происходит выталкивание денежного ящика не менее чем на одну треть его длины;
- при остановке машины по неизвестной причине, а также при внезапном стопорении (остановка машины при незаконченном рабочем цикле) отключить ее от сети электропитания;
- удалять застрявшие обрывки чековой ленты пинцетом;
- немедленно отключить контрольно-кассовую машину от электрической сети при пробое электрического тока на корпус машины.

При эксплуатации контрольно-кассовой машины запрещается:

- приступать к работе при отсутствии или неисправности заземления (зануления);
- применять предохранители, не рассчитанные на ток, предусмотренный технической характеристикой данной машины, не включать машину в электрическую сеть без предохранителя (заменять предохранитель «жучком»);

- соприкасаться с токоведущими устройствами, шинами заземления, батареями отопления, водопроводными трубами;
- вмешиваться в работу машины после ее включения до окончания рабочего цикла;
- работать на машине при снятой крышке или открытой дверце чекопечатающего механизма.

По окончании выполнения работы необходимо:

- произвести обслуживание контрольно-кассовой машины и подготовить ее к следующему рабочему дню в соответствии с требованиями руководства по ее эксплуатации;
- отключить контрольно-кассовую машину, отключить ее от электрической сети, привести в порядок рабочее место;
- произвести уборку мусора непосредственно на рабочем месте. Не производить уборку мусора непосредственно руками, использовать для этих целей щетки, совки и другие приспособления;

К аварии или несчастному случаю могут привести следующие ситуации:

- неисправность используемого в работе оборудования;
- неосторожное обращение с огнем.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

- прекратить работу;
- отключить от сети электрооборудование;
- сообщить об этом непосредственному руководителю.

В случае пожара действовать в соответствии с инструкцией о мерах пожарной безопасности.

Немедленно произвести отключение от электрической сети контрольно-кассовой машины при появлении дыма, запаха горелой изоляции, повреждении розетки, вилки, изоляции соединительного кабеля (шнура), ощущения действия электрического тока при прикосновении к

металлическим частям, при попадании воды или посторонних предметов внутрь машины.

Во избежание поражения электрическим током не пытаться устранять неисправности самостоятельно.

В аварийной обстановке необходимо:

- оповестить об опасности окружающих людей;
- доложить непосредственному администратору;
- действовать в соответствии с планом ликвидации аварий;
- оказать первую (доврачебную) помощь пострадавшим на производстве, освободив их от воздействия травмирующего фактора (электротока, механизмов и т.д.).
- организовать при необходимости доставку потерпевшего в учреждение здравоохранения.

В торговом центре обязательно должны присутствовать информационные стенды с планом эвакуацией людей. План эвакуации при пожаре - это документ, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара. Основное назначение таких документов, вывешенных на видных местах в фойе, вестибюлях, коридорах и переходах зданий/сооружений – это ознакомление посетителей, покупателей со всеми эвакуационными путями/выходами, кратчайшим направлением из той точки пространства, где они находятся до глотка свежего воздуха на улице.

Кроме того, на планах эвакуации в обязательном порядке указываются места размещения/расположения подручных устройств для борьбы с огнем - порошковых, углекислотных огнетушителей, пожарных шкафов, щитов, кранов, ручных пожарных извещателей, устройств ручного пуска стационарных систем пожаротушения, СОУЭ; а также дополнительно - средств оказания первой помощи, защиты органов дыхания/зрения, связи: аптечек, респираторов, противогазов, самоспасателей, стационарных

телефонов.

3.3 Экономический анализ проекта

Капитальные затраты – это затраты (вложения, расходы) предприятий на приобретение основных средств, включающие расходы на изыскательские работы, стоимость изготовления проектно-сметной документации, стоимость строительства объектов, стоимость машин и оборудования, дополнительные затраты, связанные с транспортировкой оборудования и аппаратуры, их установкой, монтажом, наладкой и пробным пуском.

В настоящем дипломном проекте расчет стоимости модернизации системы электроснабжения (капитальные затраты) производится приближенно, по укрупненным показателям.

Капитальные вложения в элементы системы электроснабжения:

$$K = K_{об} + K_{кл} + K_{зд}, \quad (30)$$

где $K_{об}$ – стоимость электрооборудования, руб;

$K_{кл}$ – стоимость кабельных линий, руб.

$K_{зд}$ – стоимость зданий, руб.

Так как в данной работе не проводится анализ объема работ по архитектурно-строительным работам, то стоимостью здания в проекте пренебрежём.

Стоимость электрооборудования определяется по следующей формуле:

$$K_{об} = K_a + K_{тр} + K_m, \quad (31)$$

где K_a – стоимость аппаратуры электроснабжения, руб;

$K_{тр}$ – транспортно-заготовительные расходы (10% от стоимости электрооборудования), руб;

K_m – стоимость монтажных работ. (20% от стоимости

электрооборудования и кабельных линий), руб.

Стоимость кабельных линий:

$$K_{кл} = 1,25 \cdot K_{кл,уд} \cdot l, \quad (32)$$

где $K_{кл,уд}$ – стоимость погонного метра кабеля, руб/м;

l – необходимая длина кабеля, м.

1,25 – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и прокладку кабеля.

Общий перечень необходимого оборудования, а также затраты на их приобретение представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень необходимого оборудования

Наименование оборудования	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
ВРУ-Б-250-03-12 с наполнением	1	850 000	850 000
Щит ЩУР-13	12	3 500	42 000
Щит ЩО-8505	2	10 000	20 000
Электрокалорифер ЭКО-80	1	25 000	25 000
Диф. автомат АД12	90	1 000	90 000
Авт. выключатель ВА88-32	17	1 500	25 500
Счетчик активной энергии Меркурий 204	12	12 000	144 000
Светильник ДПО 12-64	186	5 000	930 000
Светильник ДПО 12-44	2	3 500	7 000
Светильник ДПО 12-32	2	2 500	5 000
Светильник ДПО 12-22	8	2 000	16 000
Вентилятор ВЦ-14-46	1	15 000	15 000
Двигатель 4А132S4У3	2	28 000	56 000
Кабельные лотки	1000 (м)	1200	1 200 000
Итого			2 225 500

Таким образом, стоимость электрооборудования по выражению (31):

$$K_{об} = 3425500 + 0,1 \cdot 3425500 + 0,2 \cdot 3425500 = 4453150 \text{ руб.}$$

Общий перечень необходимых кабельных линий и их стоимость представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень необходимого оборудования

Марка кабеля	Длина, м	Цена за метр, руб.	Общая стоимость, руб.
ВВГнгLS 3×1,5	787	55	43285
ВВГнгLS 3×2,5	300	75	22500
ВВГнгLS 3×4	663	125	82875
ВВГнгLS 3×50	15	1700	25500
ВВГнгLS 4×2,5	32	105	3360
ВВГнгLS 5×1,5	163	90	14670
ВВГнгLS 5×2,5	24	130	3120
Итого			195310

Стоимость кабельных изделий по (32):

$$K_{кл} = 1,25 \cdot 195310 = 244138 \text{ руб.}$$

Итого общие капитальные вложения составляют:

$$K = 4453150 + 244138 = 4697288 \text{ руб.}$$

В годовые эксплуатационные расходы входят амортизационные (в том числе и расхода на капитальный ремонт) расходы, расходы на обслуживание и управление (включая расходы на текущий ремонт), потери электроэнергии.

Амортизация – это денежное возмещение износа основных производственных фондов путем включения части их стоимости в затраты на выпуск продукции, т.е. амортизация есть денежное выражение физического и морального износа основных производственных фондов.

В общем случае годовые эксплуатационные издержки вычисляются как:

$$I = I_a + I_o + I_p + I_{nom}, \quad (33)$$

где I_a – отчисления на амортизацию, руб;

I_o – издержки на обслуживание электроустановки, руб;

I_p – эксплуатационные расходы на текущий ремонт, руб;

I_{nom} – стоимость потерь электроэнергии, руб.

Отчисления на амортизацию включают издержки на капитальный ремонт и на накопление средств, необходимых для замены (реновации) изношенного и морального устаревшего оборудования. Отчисления на амортизацию тем выше, чем меньше срок службы оборудования. Отчисления на текущий ремонт предназначены для поддержания оборудования в рабочем состоянии. Для предотвращения повреждений все элементы сети подвергаются периодическим осмотрам и профилактическим испытаниям. Эти мероприятия финансируются из отчислений на текущий ремонт. Отчисления на обслуживание расходуют непосредственно на зарплату эксплуатационного персонала, а также на транспортные средства и т.д.

Амортизационные издержки определяются как:

$$I_a = a_a \cdot K, \quad (34)$$

где a_a – амортизационные отчисления в относительных единицах, 1/год.

Расходы на текущий ремонт, включая профилактические осмотры и испытания, находят аналогично:

$$I_p = a_p \cdot K, \quad (35)$$

где a_p – отчисления на ремонт в относительных единицах, 1/год.

Расходы на обслуживание определяются как:

$$I_o = a_o \cdot K, \quad (36)$$

где a_p – отчисления на обслуживание в относительных единицах, 1/год.

Для силового оборудования и распределительных устройств амортизационные отчисления, отчисления на текущий ремонт и обслуживание принимаются равными 6.4%, 2% и 1% соответственно.

Стоимость потерь электроэнергии в системе электроснабжения, которая определяется как:

$$I_{\text{пот}} = \Delta W_{\text{год}} \cdot \beta_{\text{ср}}, \quad (37)$$

где ΔW – суммарные потери электроэнергии в год, кВт·ч;

$\beta_{\text{ср}}$ – средний тариф стоимости электроэнергии.

Годовые потери электроэнергии в рассматриваемом варианте равняются потерям электроэнергии в кабельных линиях, составляющее 5% от общего энергопотребления:

$$\Delta W_{\text{год}} = \Delta W_{\text{кл}} = 0,05 \cdot P_p \cdot t \quad (39)$$

где P_p – суммарная расчетная мощность торгового центра, кВт;

t – время максимальных потерь, ч.

Время максимальных потерь t в технико-экономических расчётах, как правило, определяется по таблице 3.2 [12] или графику (рисунок 3.7 [12]), то исходя из этого, принимаем $t = 2500$ ч.

Годовые потери активной энергии за год в элементах сети:

$$\Delta W_{\text{год}} = 0,05 \cdot 107,1 \cdot 2500 = 13387 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость потерь электроэнергии в системе электроснабжения:

$$I_{nom} = 13387 \cdot 5,5 = 73629 \text{ руб.}$$

Амортизационные издержки:

$$I_a = 0,064 \cdot 4697288 = 300626 \text{ руб.}$$

Расходы на текущий ремонт:

$$I_p = 0,02 \cdot 4697288 = 93946 \text{ руб.}$$

Расходы на обслуживание:

$$I_o = 0,01 \cdot 4697288 = 46973 \text{ руб.}$$

Итого годовые эксплуатационные издержки:

$$I = 300626 + 93946 + 46973 + 73629 = 515174 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные затраты - абсолютный показатель издержек, понесенных предприятием на обеспечение работоспособности производственных фондов. Покупка комплектующих, оплата услуг ремонтников, приобретение энергии и др. – важная составляющая совокупной стоимости основного капитала. Их доля в себестоимости не должна превышать 30%, в противном случае потребуются мероприятия по капитальному ремонту и замене оборудования.

Выводы по разделу.

Вы данном разделе рассматривались вопросы техники

безопасности и охраны труда. Для рассматриваемого торгового центра были спроектированы системы заземления и молниезащиты. Для системы заземления было принято контурное размещение заземлителей, которые закладываются на расстоянии 2 м от здания. Т.к. здание торгового центра относится к III категории молниезащиты с уровнем надежности от прямых ударов молнии 0,9, то система молниезащиты была реализована с помощью молниеприемной сетки, которая монтируется на крыше здания.

В разделе также были рассмотрены вопросы обеспечения безопасности персонала торгового центра. В первую очередь безопасность обеспечивается соблюдением производственной инструкции по охране труда. В ней описаны методы безопасного выполнения работ, а также порядок действий при несчастных, аварийных случаях и иных нештатных ситуациях. С данной инструкцией должен быть ознакомлен каждый работник под роспись.

Заключение

В результате оптимизации системы электроснабжения торгового центра, распределительная сеть имеет следующую структуру. В качестве пункта приема электроэнергии служит вводно-распределительное устройство ВРУ-Б-250-03-12 с функцией АВР по схеме «крест» на контакторах. На вводах ВРУ установлены автоматические выключатели ВА88-35, на отходящих линиях – ВА88-32, АД12. В торговых точках установлены учетно-распределительные щиты ЩУР-13, имеющие аппараты учета электроэнергии. В качестве проводникового материала используется кабели с медными жилами, изоляцией и оболочкой из ПВХ пониженной пожарной опасности марки ВВГнгLS.

В результате проделанной работы были определены следующие параметры электроснабжения. Расчётные нагрузки потребителей торгового центра определены по методу коэффициента спроса. Распределительная сеть здания выполнена открыто в лотках за подвесным потолком, а также скрыто в гофрированных трубах за стенами из гипрока.

В проекте производился расчет внутреннего электроосвещения. Для освещения помещения применены светильники с энергосберегающими светодиодными лампами типа ДПО.

В работе предусматривался расчет контура защитного заземления и системы молниезащиты.

Спроектированная схема электроснабжения торгового центра удовлетворяет ряду требований: высокая надежность и экономичность, безопасность и удобство в эксплуатации, обеспечено требуемое качество электроэнергии, соответствующие уровни напряжения.

Проектирование производилось на основе действующих технических норм и методик расчета с использованием актуального электрооборудования, что делает данный проект расчета электрической части подстанции завода современным и актуальным.

Список используемых источников

1. Барыбин Ю.Г., Федорова Л.Е. - Справочник по проектированию электроснабжения. М. : Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
2. ГОСТ 21.210-2014 Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах.
3. Елкин В.Д. Электрическое освещение: учебно-методическое пособие. Гомель : ГГТУ, 2020. 101 с.
4. Зоммер В. AutoCAD 2008 Руководство чертежника, конструктора, архитектора. М. : Издательство БИНОМ, 2008. 805 с.
5. Карякин Р.Н. Нормы устройства сетей заземления. Москва : ФОРУМ, 2010. 240 с.
6. Каталог продукции ДПО 12 «Korona Slim» URL: <https://www.belintegra.by/catalog/svetodiodnaya-produkciya/dpo-12-korona-slim/> (дата обращения 09.10.2022).
7. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: учебник. Минск : Техноперспектива, 2011. 543 с.
8. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М. : Высш. школа, 1990. 363 с.
9. Правило устройство электроустановок – 7 издание, перераб. И.доп. М. ; Энергоатомиздат, 2003.
10. Радкевич В.Н., Козловская В.Б. Выбор электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий: пособие для студентов специальности «Электроснабжение». Минск : БНТУ, 2017. 173 с.
11. Радкевич В.Н., Козловская В.Б. Расчет электрических нагрузок промышленных предприятий: учебно-методическое пособие. Минск : БНТУ, 2013. 123 с.
12. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения. Минск : НПО «Пион», 2001. 288 с.

13. РД 34.21.122–87 - Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
14. РТМ 36.18.32.4-92 «Указания к расчету электрических нагрузок», 1993.
15. СО 153-34.21.122 - Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций, 2003.
16. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
17. Сумаркова Л.П. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. Томск : издательство Томского политехнического университета, 2012. 288 с.
18. Таблица коэффициентов использования светового потока светильников ДПО 12 «Korona Slim» URL: <https://www.belintegra.by/skachat/> (дата обращения 09.10.2022).
19. Ус А. Г., Евминов Л. И. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий. Минск : НПООО «ПИОН», 2002. 457 с.
20. Шеховцов В.П Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению 2-е изд. ФОРУМ, 2011г. 202 с.