

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт  
«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

подпись	инициалы, фамилия
« _____ »	_____ 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Электроснабжение магазина «Командор» г.Абакан, ул. Торосова 7 Б  
тема

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, к. т. н. А. В. Коловский  
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ А. В. Гольцов  
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ И. А. Кычакова  
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 2020

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение магазина «Командор» г.Абакан, ул. Торосова 7 Б» содержит 37 страниц текстового документа, 27 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений нет.

ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ.

Объект электроснабжения – супермаркет «Командор» г. Абакан, ул. Торосова, 7Б.

Основной целью разработки схемы электроснабжения является обеспечение электроэнергией надлежащего качества с учетом возможности роста электропотребления. Основная задача – разработать схему электроснабжения таким образом, чтобы она соответствовала современным требованиям безопасности, надежности и экономичности.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения магазина. Для схемы электроснабжения были выбраны удовлетворяющие всем техническим требованиям сечения кабелей и аппараты защиты. Проверка оборудования по токам короткого замыкания показала правильность выбора аппаратов защиты. В результате проектирования разработана система электроснабжения, соответствующая всем современным требованиям.

## ESSAY

The final qualifying work on the topic "Power supply store" Commander "Abakan, st. Torosova 7 B "contains 38 pages of a text document, 25 sources used, 3 sheets of graphic material, no attachments.

LIGHTING, LIGHTING CALCULATION, ELECTROTECHNICAL CALCULATION, SELECTION OF EQUIPMENT, CHECK OF EQUIPMENT, SHORT CIRCUIT CURRENT, ELECTRIC LOADS, VOLTAGE LOSSES.

The power supply facility is the Komandor supermarket, Abakan, st. Torosova, 7B.

The main goal of developing a power supply scheme is to provide electricity of good quality, taking into account the possibility of increased energy consumption. The main task is to develop a power supply scheme in such a way that it meets modern requirements of safety, reliability and efficiency.

During the design process, the electrical loads for each level of power supply were calculated, after which the store's power supply scheme was designed. For the power supply scheme, cable cross sections and protection devices that met all technical requirements were selected. Checking equipment for short-circuit currents showed the correct choice of protection devices. As a result of the design, a power supply system was developed that meets all modern requirements.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Теоретическая часть.....	7
1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий.....	7
1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения общественных зданий .....	9
1.3 Характеристика объекта проектирования .....	14
2 Аналитическая часть.....	16
2.1 Светотехнический расчет системы освещения .....	16
2.1.1 Светотехнический расчет системы рабочего освещения.....	16
2.1.2 Светотехнический расчет системы аварийного освещения .....	19
2.2 Электротехнический расчет системы освещения.....	20
2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов .....	22
3 Практическая часть. Проектирование сети внутреннего электроснабжения .....	27
3.1 Выбор коммутационных аппаратов .....	27
3.2. Выбор кабельно-проводниковой продукции .....	29
3.3 Выбор силовых щитов .....	30
3.4 Проверка по допустимым потерям напряжения .....	31
3.5 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....	32
Заключение .....	35
Список использованных источников .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование систем электроснабжения для супермаркетов, дискаунтеров, офисных, торговых и развлекательных центров, ресторанов, кинотеатров и других крупных нежилых помещений начинается с разработки технического задания, в котором отражается необходимая мощность, уровень нагрузок и генплан.

Во время второго этапа проектирования систем электроснабжения рассчитывается мощность, определяется тип кабелей и схема их прокладки, расположение оборудования и узлов для подачи напряжения. На этом же этапе происходит подбор защитно-коммутационного оборудования.

Электроснабжение супермаркета напрямую зависит от вида предлагаемой продукции. В продуктовых магазинах энергоснабжение обуславливается, прежде всего, наличием холодильных установок, это холодильные и морозильные витрины/шкафы, бары для прохладительных напитков, холодильные камеры и сплит системы, шкафы шоковой заморозки.

Особенность электроснабжения объектов торговли заключается не только в густоте внутренних электросетей [6], но так же, в мощностях потребления электроэнергии различными установками. Холодильные установки, вспомогательные приборы и системы, в состав которых входят различные электрические двигатели, потребляют намного больше электроэнергии, чем осветительные приборы, что требует более серьезной схемы электроснабжения объекта торговли с учетом заземления электрических приборов.

Один из важных факторов, который влияет на продажи в торговых дискаунтеров – это освещение. При создании комфортной обстановки для покупателя освещение является очень важной составляющей, которая может как увеличивать продажи, так и уменьшать их. Современный уровень освещенности в торговых залах дискаунтеров согласно сводам правил составляет величину до 400-500 люкс при общем освещении.

Объект проектирования – супермаркет «Командор», расположенный по адресу: г. Абакан, ул. Торосова, 7Б.

Предмет проектирования – методы расчета силовых и осветительных электрических нагрузок в системах электроснабжения общественных зданий.

Цель бакалаврской работы – спроектировать систему электроснабжения супермаркетом «Командор».

Основными задачами бакалаврской работы являются:

- 1) расчет электрических нагрузок групп электрических приемников;
- 2) расчет электрического освещения;
- 3) разработка схем питания силовых электрических приемников помещений супермаркета;
- 4) выбор сетевых электрических устройств, аппаратов защиты и проводников;
- 5) расчет токов короткого замыкания и проверка элементов электрической сети.

## **1 Теоретическая часть**

### **1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий**

Общественные здания отличаются большим разнообразием, поэтому в данной брошюре рассматривается электроснабжение только некоторых наиболее распространенных общественных зданий.

Распределение электроэнергии в общественных зданиях производится по радиальным или магистральным схемам. Для питания электроприемников большой мощности (крупные хо-лодильные машины, электродвигатели насосных, крупные вентиляци-онные камеры и др.) применяют радиальные схемы. При равномерном размещении электроприемников небольшой мощности по зданию ис-пользуют магистральные схемы [16].

В общественных зданиях рекомендуется питающие линии силовых и осветительных сетей выполнять разделными. Как и в жилых зданиях, на вводах питающих сетей в общественные здания устанавливают ВРУ с аппаратами защиты, управления, учета электроэнергии, а в крупных зданиях - и с измерительными приборами. На вводах обособленных потребителей (торговых предприятий, отделений связи и др.) устанавливают дополнительно отдельные аппараты управления. На вводах в распределительные пункты или щитки также устанавливают аппараты управления. Там, где это целесообразно по условиям эксплуатации, применяют, например, автоматические выключатели, которые совме-щают в себе функции защиты и управления.

На каждой отходящей от ВРУ питающей линии устанавливают аппа-рат защиты. Аппарат управления может быть общим для нескольких линий, сходных по назначению и режиму работы.

Светильники эвакуационного и аварийного освещения присоеди-няют к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от щита ТП или от ВРУ. Так, например, при двухтрансформаторной ТП рабочее, эва-куационное

и аварийное освещение присоединяют к разным трансформаторам. Силовые распределительные пункты, щиты и щитки располагают, как правило, на тех же этажах, где находятся электроприемники. Силовые электроприемники, присоединяемые к распределительным пунктам, щитам и щиткам, группируют с учетом их технологического назначения.

Электроприемники небольшой, но равной или близкой по значению установленной мощности соединяют в “цепочку”, что обеспечивает экономию проводов и кабелей, а также уменьшение количества аппаратов защиты на распределительных пунктах.

Существуют нормы по устройству групповых осветительных сетей. Так, например, как и в жилых зданиях, допускается присоединять до 60 люминесцентных ламп или ламп накаливания мощностью до 65 Вт включительно на фазу. Это относится к групповым линиям освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий, подвалов и чердаков. Распределение нагрузок между фазами сети освещения должно быть по возможности равномерным. В целях экономии электроэнергии в помещениях с боковым естественным освещением предусматривают автоматическое отключение светильников рядами, параллельными окнам, в зависимости от требуемой освещенности.

Распределение электроэнергии к силовым распределительным щитам, пунктам и групповым щиткам сети электрического освещения осуществляют по магистральной схеме.

Радиальные схемы выполняют для присоединения мощных электро-двигателей, групп электроприемников общего технологического назначения (например, встроенных пищеблоков, помещений вычислительных центров и т.п.), потребителей 1 категории надежности электроснабжения.

Питание рабочего освещения помещений, в которых длительно может находиться 600 человек и более (конференц-залы, актовые залы и т.п.),



рекомендуется осуществлять от разных вводов, при этом к каждому вводу должно быть подключено 50 % светильников.

## **1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения общественных зданий**

Основополагающие требования к проектированию электроосветительных и электросиловых установок общественных зданий, прежде всего, закреплены в базовом федеральном законодательстве, основу которого составляют федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» [21], федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [24] и некоторые другие законы и постановления правительства, связанные с техническим регулированием, составом проектной документации, электросетевым хозяйством и пр. На основе этих законов и технических норм разработаны специальные своды правил, государственные стандарты и другие нормативные документы.

Основной современный нормативный документ, регламентирующий особенности построения электрических сетей общественных зданий, в том числе и дошкольных учреждений, является СП 256.1325800.2016 [16]. Согласно таблице 6.1 указанного документа категория электроприемников по надежности электроснабжения дошкольных учреждений зависит от числа работающих сотрудников в здании. Если это небольшие здания, где количество персонала не превышает 50 человек, то здание относится к III категории, если свыше 50 человек – то к II категории, при условии, что число людей не превышает 2000 человек, а само здание – до 16 этажей. В противном случае это уже будет I категория электроснабжения электроприемников здания. Большинство дошкольных учреждений по степени надежности электроснабжения относится ко II-й категории. Данный

СП, в частности, регламентирует все основные положения и особенности электроснабжения, свойственные дошкольным образовательным учреждениям.

Глава 7.1 ПУЭ [12] регламентирует кроме всего прочего, электроустановки дошкольных учреждений, особенности питания и распределения электрической энергии. Требуется, чтобы силовые и осветительные сети имели, как правило, раздельное питание: розеточные сети – от силовых пунктов, светильники – от осветительных щитков. При этом необходимо стремиться к наиболее равномерному распределению однофазных нагрузок по всем трем фазам, учитывая суммарные моменты нагрузок, для компенсации несимметрии. Противоречий между ПУЭ и указанным выше СП 256.1325800.2016 не имеется, и отчасти эти документы заимствовали друг у друга нормативные материалы.

Следует отметить, что при использовании и проектировании электротехнических устройств дошкольных учреждений требуется использование СП 76.13330.2016 [19], регламентирующего монтаж и наладку указанных устройств, в том числе аппаратов защиты, освещения, кабельно-проводниковой продукции и т.д. Для проектирования искусственного освещения зданий дошкольных учреждений требуется соблюдение норм, указанных в СП 52.13330.2016 [18], с учетом норм освещённости и разряда зрительных работ для каждого отдельно взятого помещения (разного или аналогичного назначения), а также геометрии помещений (как правило, прямоугольной формы, для зданий зального типа, которыми являются большинство зданий дошкольных учреждений). При этом принимаемые проектные решения должны согласовываться также с нормами СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания и ГОСТ Р 55710-2013, регламентирующим освещение рабочих мест, способы измерения освещенности и т.д.

Также при проектировании электрических сетей зданий дошкольных учреждений пользуются актуальными документами, такими как ГОСТы, СП,

РД, СО (кроме указанных выше), не считая требований нормативных документов в области пожарной безопасности к проектированию зданий и сооружений и документов общего характера. Например, это РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [14], СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций, ГОСТы в области выполнения электрических схем, условных буквенных и графических обозначений, качества электрической энергии, множество ГОСТов по электротехническим, кабельным и другим изделиям и электроустановкам, а также в области обеспечения электробезопасности различными видами защит и другие документы.

Можно выделить основные практические принципы, которыми следует руководствоваться при проектировании электроснабжения общественных зданий.

1. Простота и масштабируемость. Системы электроснабжения общественных зданий не должны быть многоступенчатыми, питающие сети не должны быть длинными, а способ прокладки сети должен быть максимально простым. Кроме того, система обязана обеспечивать возможность внедрения нового оборудования, то есть быть масштабируемой, как для вновь проектируемых объектов, так и реконструируемых.

2. Отсутствие перегрузок. При проектировании помещений общественных зданий значение имеет как размещение оборудования в цехах, так и расположение источников питания. По возможности каждый такой объект должен быть снабжен отдельным распределительным устройством, которое устанавливается ближе ко вводу в здание. Другие сторонние потребители и дополнительная нагрузка, не предусмотренная проектом, не должны иметь возможности подключения к данному устройству во избежание перегрузки.

3. Безопасность. Все используемое электрооборудование должно обладать степенью защиты, соответствующей условиям работы конкретного помещения общественного здания.

Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения общественных зданий – задача многофункциональная и трудоемкая. Данная сфера постоянно совершенствуется и усложняется в силу появления новых технологий и оборудования. Требования к качеству электрической энергии и надежности электроснабжения также повышаются. Для решения поставленных задач в данной сфере необходимо применение вычислительной техники, а также высокий профессионализм.

При проектировании системы электроснабжения общественного здания в первую очередь определяются следующие параметры: электронгрузки групп электроприемников, узлов нагрузок и всего здания в целом; структура системы электроснабжения – число и место размещения всех элементов системы; рациональное напряжение питающей и распределительной сетей; способ транспорта электроэнергии в сетях питания и распределения; конструктивное исполнение электроустановок и электрооборудования; технические средства для обеспечения электробезопасности при эксплуатации системы электроснабжения.

Качественно выполненный этап проекта проектирования схемы электроснабжения общественного здания избавит от таких распространенных проблем, как увеличение сметы при монтаже и «наползание» разных инженерных сетей друг на друга. Тщательная проработка деталей проекта позволяет минимизировать доработки при монтаже и интегрировать все инженерные системы между собой.

Если говорить по сути, то от каждого проекта системы электроснабжения требуется соответствие актуальным архитектурным и градостроительным требованиям, требованиям законодательства в области пожаробезопасности, соображениям энергоэффективности. Такой современный проект должен отвечать не только формальным требованиям

различных правил и нормативов. В XXI веке все чаще возникают вопросы проектной культуры, которая предполагает масштабируемость создаваемой системы и ее дальнейшее усиление без ущерба другим связанным с ней системам [1, 6].

Целью расчета электрических нагрузок является определение токов, протекающих по токоведущим элементам с точки зрения их допустимости по условиям нагрева элементов. Расчет электрических нагрузок является определяющим на величину затрат в СЭС жилых и общественных зданий [6, 10, 16, 17].

Выполняемое для любого объекта, проектирование электроснабжения обязательно содержит в себе расчет мощности, который призван определить основные электротехнические параметры установки. Для небольших жилых зданий и помещений он выполняется достаточно просто, а вот с крупными строениями необходимо учитывать различные факторы. Расчет электрических нагрузок общественных зданий редко осуществляется с учетом каждого потребителя – такая примитивная методика отнимает очень много времени у ответственного специалиста и не может применяться при возможности дальнейшего изменения свойств формируемой установки.

В отдельных случаях проектирование может осуществляться исключительно с применением нормативных документов государственного значения. Единственный недостаток подобного способа – необходимость уточнения соответствия полученных показателей фактическим потребностям. Проблема заключается в том, что большинство сборников нормативных показателей составлялось более 20 лет назад – за это время развитие техники и общественной жизни людей сделало подобные показатели неактуальными.

Расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий производится групповым способом – для этого потребители объединяются в однородные группы, которым присваивается определенное среднее значение энергопотребления. В сборниках можно найти основные данные, которые

применяются для магазинов, кафе, ресторанов, квартир, частных домов, а также общественных зданий [16, 17].

Правильное и обоснованное определение электрических нагрузок обеспечивает рациональный выбор числа и мощности трансформаторных подстанций, сечений проводов и кабелей, электрооборудования.

Коэффициенты спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий принимают по таблице П1.3 [16].

### **1.3 Характеристика объекта проектирования**

Рассматриваемый магазин принадлежит компании «Командор» – являющейся одной из крупнейших сетей супермаркетов в Восточной Сибири. Магазин занимает большую часть первого этажа административного четырехэтажного здания, расположенного в г. Абакане по ул. Торосова д. 7Б.

Специализация супермаркета заключается в продаже смешанной формы торговли товаров. Среди них мясные и рыбные полуфабрикаты, свежие овощи и фрукты, прохладительные напитки, разнообразные консервы, товары для сада, огорода и многое другое.

Общая площадь супермаркета 769,7 м<sup>2</sup>, из которых торговый зал составляет 550,5 м<sup>2</sup>. Кроме того в магазине имеются служебные, производственные и бытовые помещения. Высота потолков составляет 5 м.

Наибольшую часть потребителей составляет холодильное оборудование, кроме того имеется механическое и тепловое оборудование в цехе собственного производства. Большинство бытовых розеток в служебных помещениях предназначено для компьютерной и офисной техники.

По надежности электроснабжения Потребители электроэнергии относятся ко II категории. По роду тока электроприёмники относятся к потребителям, работающим от сети переменного тока промышленной частоты (50 Гц). Большинство потребителей однофазные. Трехфазными

электроприемниками являются только механическое оборудование цеха собственного производства и пароконвектоматы мощность 21 кВт.

Электроснабжение осуществляется от существующего вводно распределительного устройства (ВРУ 0,4 кВ), расположенного в электрощитовой здания на цокольном этаже. Расчетный учет электроэнергии осуществляется счетчиками установленными в ВРУ.

Ведомость электрических нагрузок супермаркета представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Ведомость электрических нагрузок магазина

№ на плане	Марка	мощность, кВт	U, В
1, 2	СПЛИТ-система	1,5	220
3 - 6	Кондиционер	1	220
7	Ларь СНЕЖ МЛК-500	0,245	220
8-10	Шкаф холодильный ШХ-0.5	0,35	220
11, 12	Шкаф холодильный ШХ-0.7	0,4	220
13 - 20	горка brandford tesey 2500	0,2	220
21	горка brandford tesey 1250	0,12	220
22, 23	горка Варшава 1900	0,17	220
24	горка Варшава 1250	0,11	220
25, 26	витрина Diona 2500	1,5	220
27	витрина Diona 1250	0,8	220
28	Мороженое	0,38	220
29 - 32	Ларь 2500	1	220
33	Горка Jupiter Soliaris 3750	1,6	220
34	Машина для просеивания муки МПМ-800М	1,1	380
35	Тестораскат SH50B	0,55	380
36	Тестомес спиральный Sinmag SM 80T	5,25	380
37	Миксер	0,3	220
38, 39	Пароконвектомат ХЕВС 10-EU	21	380
40	Хлеборезка Jac Duro 450	0,49	380
41 - 44	Электронные весы	0,1	220
45	СВЧ	1,5	220
46	Гриль МК 3.8	3,4	220
47 - 51	Касса	0,35	220

## Окончание таблицы 1.1

№ на плане	Марка	мощность, кВт	U, В
52	Сервер	1	220
53	Холодильник	0,5	220
	Розеточный блок компьютерный блок (7 шт)	7х (4х0,25)	220
	Розетки под орг. технику (2 шт)	2х 0,2	220
	бытовые розетки одинарные розетки (3 шт.)	3 х 0,3	220
	бытовые сдвоенные розетки (6 шт.)	6 х 0,5	220

## 2 Аналитическая часть

### 2.1 Светотехнический расчет системы освещения

#### 2.1.1 Светотехнический расчет системы рабочего освещения

Качественное торговое освещение позволяет магазинам повысить объемы продаж, поэтому ему уделяется большое внимание. Люди покупают глазами: оценивают привлекательность внешнего вида продукта, изучают детали, сравнивают цвета. Чтобы человек заметил те или иные товары на витрине или стеллаже, их необходимо хорошо осветить.

Осветительное оборудование для магазинов и торговых центров решает несколько задач. Оно обеспечивает достаточный уровень освещенности, необходимый для комфорта посетителей и сотрудников. Светильники создают условия, при которых покупатели могут объективно оценивать внешний вид товара.

Также от характеристик светильников зависит микроклимат в торговых залах и сохранность продуктов. Из-за неправильного выбора и установки оборудования повышается температура воздуха, а продукция и торговое оборудование выцветает и портится.



В данном разделе выбирается тип источников света и мощность, наиболее рациональные места установки светильников.

Выбранные светильники [26, 27] представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Данные по используемым светильникам

Участок	Тип светильника	Световой поток (Ф), Лм	Мощность, Вт
Торговый зам	O LED 1200x600 4000K	9400	72
Вспомогательные помещения и пекарня	PRS/S ECO LED 600 4000K	4000	32

Управление освещением выполнено одноклавишными и двухклавишными выключателями. Выключатели установлены у мест входа в помещения здания, либо в наиболее рациональных местах их установки. Высота установки выключателей над уровнем пола – 1,5 м. Это обеспечит удобное управление освещением.

Светотехнический расчет выполнен по методу использования светового потока. Основная формула определения количества светильников в помещении:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\text{л}} \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

где  $E_{\min}$  – минимальная нормированная освещенность, Лк;

$k$  – коэффициент запаса;

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

$Z$  – коэффициент минимальной освещенности (коэффициент неравномерности освещения);

$N$  – число светильников;

$n$  – число ламп в светильнике;

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

Нормированную освещенность для помещений будем выбирать по [18]. Коэффициент запаса  $k$  учитывает запыленность помещения, снижение светового потока ламп в процессе эксплуатации. Так как данный объект относится к объектам с низкой запыленностью, а так же с отсутствием паров кислот и щелочей, значение коэффициента запаса примем равным 1,3.

Коэффициент минимальной освещенности  $Z$  характеризует неравномерность освещения. Он является функцией многих переменных, точное его определение затруднительно, но в наибольшей степени он зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте. Для определения коэффициента использования светового потока  $\eta$  находят индекс помещения  $i$  и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка  $r_{п}$ , стен  $r_{с}$ , пола  $r_{р}$ . Обычно для светлых торговых помещений  $r_{п}=70\%$ ,  $r_{с}=50\%$ ,  $r_{р}=30\%$ . Для производственных помещений с незначительными пылевыведениями  $r_{п}=50\%$ ,  $r_{с}=30\%$ ,  $r_{р}=10\%$ .

Индекс помещения определяется по следующему выражению:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2.2)$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $h$  - длина, ширина и расчетная высота (высота подвеса светильника над рабочей поверхностью) помещения, м.

Таблица 2.2 – Расчетные параметры для определения количества светильников

№ помещ.	Наименование	Ен, лк	F, кв. м.	Кзап	Z	$\eta$	Ф, Лм	N
1	Торговый зал	500	550,5	1,15	1	0,71	9400	48
2	Зона приемки	300	45	1,3	1	0,5	4000	9
3	СТ камера	200	6,7	1,3	1	0,5	4000	1
4	НТ камера	200	6,7	1,3	1	0,5	4000	1
5 + 17.1	Кабинет товароведа + Кабинет СП	400	3,1	1,3	1	0,5	4000	1

## Окончание таблицы 2.2

№ помещ.	Наименование	Ен, лк	F, кв. м.	Кзап	Z	η	Φ, Лм	N
6	Фасовка	400	6,5	1,3	1	0,5	4000	2
7	Комната приема пищи	300	6,6	1,3	1	0,5	4000	2
8	Санузел	100	2,3	1,3	1	0,5	4000	1
9	Женская раздевалка	100	4,1	1,3	1	0,5	4000	1
10	Мужская раздевалка	100	4,0	1,3	1	0,5	4000	1
11	Кабинет НСК	400	3,4	1,3	1	0,5	4000	1
12	Касса	400	5,7	1,3	1	0,5	4000	2
13	Кабинет директора	400	7,1	1,3	1	0,5	4000	2
14	Склад	100	19,5	1,3	1	0,5	4000	2
15	Машинное отделение	100	5,3	1,3	1	0,5	4000	1
16	Эвак. Коридор+сервер	200	17,2	1,3	1	0,5	4000	3
17.2	Раздевалка СП	100	3,9	1,3	1	0,5	4000	1
17.3	Склад СП	100	10,2	1,3	1	0,5	4000	1
17.4-17.5	Рабочая зона + мойка СП	400	50,3	1,3	1	0,5	4000	14
17.6	Склад СП	100	8,5	1,3	1	0,5	4000	1

### 2.1.2 Светотехнический расчет системы аварийного освещения

Аварийное освещение предназначено для безопасного завершения работы во время внезапного отключения сети рабочего освещения. Аварийное освещение устанавливаются в помещениях с постоянно работающими людьми, а также в помещениях, в которых одновременно может находиться более 100 человек. Подробный список помещений, в которых следует устраивать систему аварийного освещения, указан в СП 52.13330.2016. Минимальная освещенность должна составлять 5% нормы и не менее 2 Лк внутри зданий.

В гипермаркете аварийное освещение расположено либо между, либо параллельно основным светильникам. Для удовлетворения эстетических качеств светильники аварийного освещения выполняются такими же, как и светильники рабочего освещения в заданном помещении. Для достижения минимальных затрат светильники аварийного освещения использованы в составе системы рабочего освещения. В нормальном режиме работы

освещение выполняется как системой рабочего, так и системой аварийного освещения. При переходе в аварийный режим и отключении системы рабочего освещения, в работе остаются только светильники системы аварийного освещения.

## 2.2 Электротехнический расчет системы освещения

Целью электротехнического расчета освещения является определение сечения кабеля, которым будет выполнена осветительная сеть, а также определение потери напряжения в осветительной сети.

Так как осветительные сети являются сетями с распределенной нагрузкой, то определение потерь напряжения и проверка сечения кабельных линий по допустимому отклонению напряжения выполняются методом моментов нагрузки.

Потери напряжения на каждом участке рассчитываются по формуле:

$$\Delta U = \frac{M}{K_c \cdot S} \quad (2.3)$$

где  $M$  – момент нагрузки;

$K_c$  – коэффициент, зависящий от конфигурации сети и материала проводника, для трехфазной сети с медными проводами  $K_c = 72$ , а для однофазной сети с медными проводами  $K_c = 12$  [25, табл.10.7];

$S$  – сечение проводника.

Момент нагрузки – это сумма произведений мощности отдельных нагрузок на длину кабеля их питающих.

Произведем расчет освещения в линии от ВРУ до самого удаленного щита освещения.

Момент нагрузки равен:

$$M = L \cdot P_{PO} \quad (2.4)$$

где  $L$  – расстояния от ЩО до ВРУ;

$P_{PO}$  - расчетная нагрузка освещения.

$$M = 30 \cdot (0,072 \cdot 48 + 0,036 \cdot 47) = 154,44 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

Потери напряжения в кабеле питающем ЩО1:

$$\Delta U = \frac{154,44}{72 \cdot 1,5} = 1,43\%$$

Распределение разводки осветительной сети по фазам выглядит следующим образом: ЩО 1:

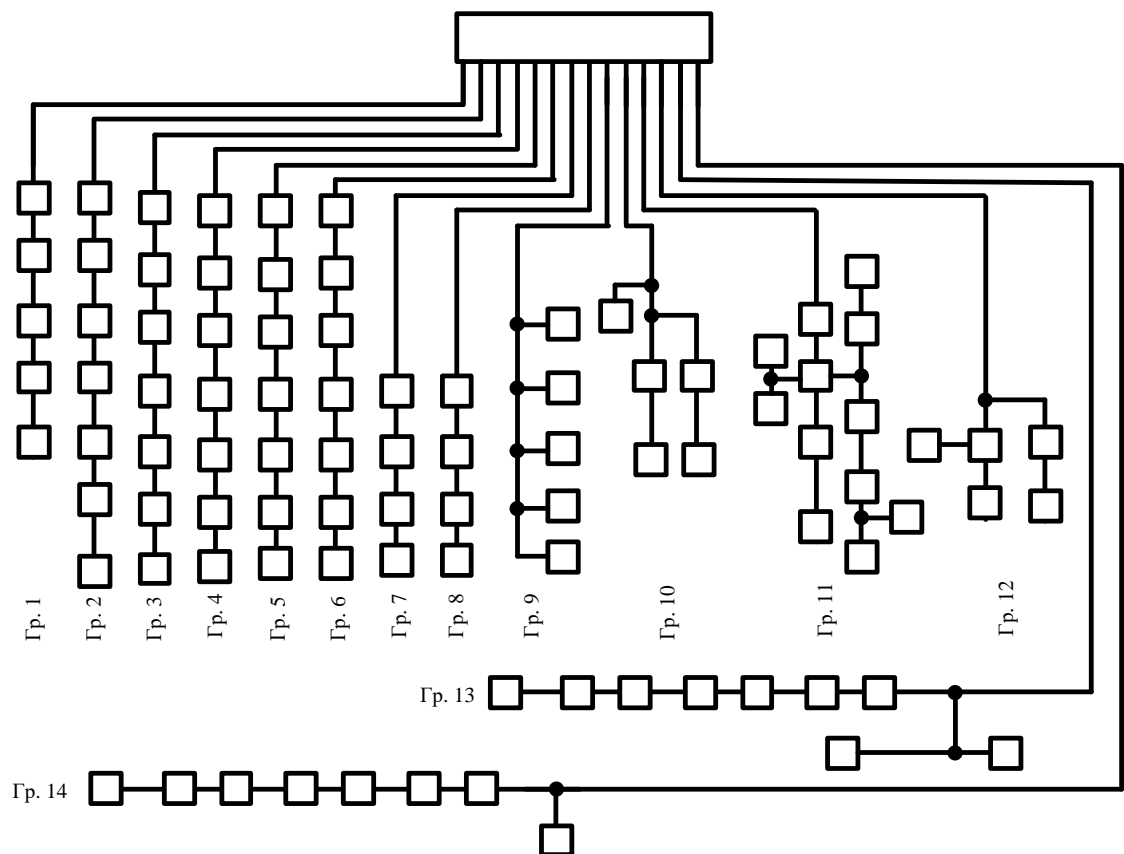


Рисунок 2.2 – План разводки осветительной сети ЩО 1

Результаты расчета моментов нагрузки отходящих линий ЩО 1 сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчета моментов нагрузки

Линия	L0, м	L1, м	N, шт	Pсв, кВт	M, кВт*м	Kс	S, мм <sup>2</sup>	ΔU, %	Pгр, кВт	I гр, А
гр. 1	19	2,25	5	0,072	8,14	12	1	0,68	0,36	1,72
гр. 2	15,7	2,25	7	0,072	10,83	12	1	0,90	0,504	2,41
гр. 3	12,5	2,25	7	0,072	9,22	12	1	0,77	0,504	2,41
гр. 4	9,5	2,25	7	0,072	7,70	12	1	0,64	0,504	2,41
гр. 5	6,5	2,25	7	0,072	6,19	12	1	0,52	0,504	2,41
гр. 6	8	2,25	7	0,072	6,95	12	1	0,58	0,504	2,41
гр. 7	16	2,25	4	0,072	5,34	12	1	0,44	0,288	1,38
гр. 8	19,5	2,25	4	0,072	6,35	12	1	0,53	0,288	1,38
гр. 9	7	2,1	5	0,036	3,26	12	1	0,27	0,18	0,86
гр. 10	25	1,8	5	0,036	4,90	12	1	0,41	0,18	0,86
гр. 11	6	2,5	12	0,036	3,49	12	1	0,29	0,432	2,07
гр. 12	7	5,3	6	0,036	2,57	12	1	0,21	0,216	1,03
гр. 13	10	1,3	9	0,036	3,99	12	1	0,33	0,324	1,55
гр. 14	12,2	1,3	8	0,036	4,50	12	1	0,37	0,288	1,38

Максимальные потери напряжения в сети освещения составляют

$$\Delta U = 1,43 + 0,9 = 1,66 \%$$

### 2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

Определение нагрузки создаваемой группой электроприемников присоединенных к силовому щиту, необходимо для выбора сечения линии, питающей эту группу и коммутационно защитной аппаратуры.

Согласно [17, п. 6.18] расчетная нагрузка силовых линий рассчитывается по формуле

$$P_{с.расч} = K_c \cdot P_{уст}, \quad (2.5)$$

где  $K_c$  – коэффициент спроса для расчета нагрузки;

$P_{уст}$  – установочная мощность электроприемников линии.

Расчет нагрузки отходящих линий силовых щитов сведен в таблицы 2.4 – 2.5

Таблица 2.4 – Расчет нагрузок по ЩС 1

№ на плане	Наименование ЭП	N, шт	P, кВт	cos j	Kp	S, кВА	I, А
<b>Линия 1-1</b>		<b>11</b>	<b>4,61</b>	<b>0,70</b>	<b>0,69</b>	<b>6,58</b>	<b>29,93</b>
13-17	горка brandford tesey 2500	5	0,2	0,7			1,30
22	горка Варшава 1900	1	0,17	0,7			1,10
24	горка Варшава 1250	1	0,11	0,7			0,71
25, 26	витрина Diona 2500	2	1,5	0,7			9,74
27	витрина Diona 1250	1	0,8	0,7			5,19
33	Горка Jupiter Soliaris 3750	1	1,6	0,7			10,39
<b>Линия 1-2</b>		<b>7</b>	<b>3,84</b>	<b>0,70</b>	<b>0,85</b>	<b>5,49</b>	<b>24,95</b>
18, 19	горка brandford tesey 2500	2	0,2	0,7			1,30
21	горка brandford tesey 1250	1	0,12	0,7			0,78
29 - 32	Ларь 2500	4	1	0,7			6,49
<b>Линия 1-3 (380 В)</b>		<b>4</b>	<b>6,28</b>	<b>0,70</b>	<b>0,85</b>	<b>8,97</b>	<b>13,65</b>
34	Машина для просеивания муки МПМ-800М	1	1,1	0,7			2,39
35	Тестораскат SH50B	1	0,55	0,7			1,20
36	Тестомес спиральный Sinmag SM 80T	1	5,25	0,7			11,41
40	Хлеборезка Jac Duro 450	1	0,49	0,7			1,06
<b>Линия 1-4 (380 В)</b>			<b>21</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>22,11</b>	<b>33,63</b>
38	Пароконвектомат ХЕВС 10-EU	1	21	0,95		22,11	33,63
<b>Линия 1-5 (380 В)</b>			<b>21</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>22,11</b>	<b>33,63</b>
39	Пароконвектомат ХЕВС 10-EU	1	21	0,95		22,11	33,63
<b>Линия 1-6</b>		<b>5</b>	<b>1,18</b>	<b>0,70</b>	<b>0,8</b>	<b>1,68</b>	<b>7,64</b>
11, 12	Шкаф холодильный ШХ-0.7	2	0,4	0,7			2,60
20	горка brandford tesey 2500	1	0,2	0,7			1,30
23	горка Варшава 1900	1	0,17	0,7			1,10
37	Миксер	1	0,3	0,7			1,95
<b>Линия 1-7</b>			<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>2,14</b>	<b>9,74</b>
1	СПЛИТ-система	1	1,5	0,7			9,74
<b>Линия 1-8</b>			<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>2,14</b>	<b>9,74</b>
2	СПЛИТ-система	1	1,5	0,7			9,74
<b>Линия 1-9</b>			<b>3,20</b>	<b>0,70</b>	<b>0,80</b>	<b>4,57</b>	<b>20,78</b>
3-6	Кондиционер	4	1	0,7		1,43	6,49

Таблица 2.5 – Расчет нагрузок по ЩС 2

№ на плане	Наименование ЭП	N, шт	P, кВт	cos j	Kp	S, кВА	I, А
<b>Линия 2-1</b>			<b>1</b>	<b>0,98</b>	<b>1</b>	1,02	<b>4,64</b>
52	Сервер	1	1	0,98		1,02	4,64
<b>Линия 2-2</b>			<b>3,2</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>3,37</b>	<b>15,31</b>
	Розеточный компьютерный блок	3	1	0,95			
	Розетки под орг. технику	1	0,2	0,95			
<b>Линия 2-3</b>			<b>2,04</b>	<b>0,90</b>	<b>0,9</b>	<b>2,25</b>	<b>10,23</b>
7	Ларь СНЕЖ МЛК-500	1	0,245	0,7			
8	Шкаф холодильный ШХ-0.5	1	0,35	0,7			
	Розеточный блок компьютерный блок	1	1	0,95			
	бытовые сдвоенные розетки	1	0,5	0,95			
<b>Линия 2-4</b>			<b>4,55</b>	<b>0,90</b>	<b>0,9891</b>	<b>1,34</b>	<b>20,91</b>
53	Холодильник	1	0,5	0,7			
	Розеточный компьютерный блок	2	1	0,95			
	Розетки под орг. технику	1	0,2	0,95			
	бытовые розетки одинарные розетки	3	0,3	0,9			
	бытовые сдвоенные розетки	2	0,5	0,9			
<b>Линия 2-5</b>			<b>3,4</b>	<b>0,65</b>		<b>5,23</b>	<b>23,78</b>
46	Гриль МК 3.8	1	3,4	0,65			
<b>Линия 2-6</b>			<b>4</b>	<b>2,96</b>	<b>0,78</b>	<b>0,8</b>	<b>3,79</b>
9, 10	Шкаф холодильный ШХ-0.5	2	0,35	0,7			
45	СВЧ	1	1,5	0,65			
	бытовые сдвоенные розетки	3	0,5	0,95			
<b>Линия 2-7</b>			<b>5</b>	<b>0,62</b>	<b>0,83</b>	<b>0,8</b>	<b>3,42</b>
28	Мороженое	1	0,38	0,7			2,47
41-44	Электронные весы	4	0,1	0,95			0,48
<b>Линия 2-8</b>			<b>2,75</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>2,89</b>	<b>13,16</b>
47-51	Касса	5	0,35	0,95			1,67
	Розеточный компьютерный блок	1	1	0,95			4,78

Расчет нагрузки на вводе в силовой щит ЩС 1 рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ЩЦ}} = P_{\text{р.тех}} + 0,7 \cdot P_{\text{р.хол}}, \quad (2.6)$$

где  $P_{\text{р.тех}}$  – расчетная нагрузка технологического оборудования, кВт, определяемая с учетом коэффициента спроса;

$P_{\text{р.хол}}$  – расчетная нагрузка холодильных машин, определяемая с коэффициентом спроса, определяемым от соотношения  $\frac{P_{\text{хол}}}{P_{\text{сум. уст}}}$ .

Расчет нагрузки на вводе ЩС 1 сведен в таблицу 2.6



Таблица 2.6 – Расчет нагрузки на вводе ЩС 1

Наименование ЭП	N, шт	P <sub>уст.ед</sub>	P <sub>уст</sub>	cos j	$\frac{P_{хол}}{P_{сум.уст}}$ , %	Kс	P <sub>расч</sub>	I, А
<b>Холодильное оборудование</b>	<b>28</b>		<b>19,37</b>	<b>0,70</b>	<b>28,05</b>	<b>0,5</b>	<b>9,69</b>	
СПЛИТ-система	2	1,5	3	0,7				
Кондиционер	4	1	4	0,7				
Шкаф холодильный ШХ-0.7	2	0,4	0,8	0,7				
горка brandford tesey 2500	8	0,2	1,6	0,7				
горка brandford tesey 1250	1	0,12	0,12	0,7				
горка Варшава 1900	2	0,17	0,34	0,7				
горка Варшава 1250	1	0,11	0,11	0,7				
витрина Diona 2500	2	1,5	3	0,7				
витрина Diona 1250	1	0,8	0,8	0,7				
Ларь 2500	4	1	4	0,7				
Горка Jupiter Soliaris 3750	1	1,6	1,6	0,7				
<b>Технологическое оборудование</b>	<b>7</b>		<b>49,69</b>	<b>0,91</b>	–	<b>0,7</b>	<b>34,78</b>	
Миксер	1	0,3	0,3	0,7				
Машина для просеивания муки МПМ-800М	1	1,1	1,1	0,7				
Тестораскат SH50B	1	0,55	0,55	0,7				
Тестомес спиральный Sinmag SM 80T	1	5,25	5,25	0,7				
Хлеборезка Jас Duro 450	1	0,49	0,49	0,7				
Пароконвектомат XEBC 10-EU	2	21	42	0,95				
<b>ИТОГО</b>			<b>69,06</b>	<b>0,85</b>			<b>41,56</b>	<b>74,20</b>

Расчет нагрузки на вводе в силовой щит СЩ 2 выполнен аналогично как для отходящих линий и сведен в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Расчет нагрузки на вводе СЩ 2

Наименование ЭП	N, шт	P <sub>уст.ед</sub>	P <sub>уст</sub>	cos j	Kс	P <sub>расч</sub>	I, А
Ларь СНЕЖ МЛК-500	1	0,245	0,245	0,7			
Шкаф холодильный ШХ-0.5	2	0,35	0,7	0,7			
Холодильник	1	0,5	0,5	0,7			
Гриль МК 3.8	1	3,4	3,4	0,7			
СВЧ	1	1,5	1,5	0,7			
Мороженое	1	0,38	0,38	0,7			
Электронные весы	4	0,1	0,4	0,95			
Сервер	1	1	1	0,95			
Касса	5	0,35	1,75	0,95			
<b>Итого: технолог оборудование</b>	<b>17</b>		<b>9,88</b>	<b>0,78</b>	<b>0,65</b>	<b>6,42</b>	<b>12,52</b>
<b>Розеточная сеть</b>	<b>18</b>	<b>0,63</b>	<b>11,3</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>11,3</b>	<b>18,09</b>
Розеточный компьютерный блок	7	1	7	0,95			
Розетки под орг. технику	2	0,2	0,4	0,95			
бытовые розетки одинарные розетки	3	0,3	0,9	0,95			
бытовые сдвоенные розетки	6	0,5	3	0,95			
<b>Итого по СЩ 2</b>							<b>30,62</b>

Расчет нагрузки магазина на шинах ВРУ здания определяется по формуле:

$$P_{\text{ВРУ}} = K \cdot (P_{\text{р.осв}} + P_{\text{р.тех}} + K_1 \cdot P_{\text{р.хол}}), \quad (2.7)$$

где  $P_{\text{р.осв}}$  – расчетная осветительная нагрузка;

$P_{\text{р.тех}}$  – расчетная нагрузка технологического оборудования без учета нагрузки холодильного оборудования и систем кондиционирования;

$P_{\text{р.хол}}$  – расчетная нагрузка холодильного оборудования и систем кондиционирования;

$K$  – коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование систем кондиционирования и освещение;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от отношения расчетной нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования.

Таблица 2.8 – Расчет нагрузки магазина на шинах ВРУ

Наименование ЭП	N, шт	$P_{\text{уст}}$ , кВт	$\cos j$	$K_c$	$P_{\text{осв}}/P_{\text{хол}}$ , %	K	K1	$P_{\text{расч}}$ , кВт	I, А
<b>Освещение</b>		<b>5,148</b>	<b>0,98</b>	<b>0,95</b>				<b>4,89</b>	
OPTIMA. PRS ECO LED 1200x600 4000К	48	3,456	0,98						
PRS/S ECO LED 600 4000К	47	1,692	0,98						
<b>Холодильное оборудование</b>	<b>28</b>	<b>19,37</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>				<b>9,69</b>	
СПЛИТ-система	2	3	0,7						
Кондиционер	4	4	0,7						
Шкаф холодильный ШХ-0.7	2	0,8	0,7						
горка brandford tescy 2500	8	1,6	0,7						
горка brandford tescy 1250	1	0,12	0,7						
горка Варшава 1900	2	0,34	0,7						
горка Варшава 1250	1	0,11	0,7						
витрина Diona 2500	2	3	0,7						
витрина Diona 1250	1	0,8	0,7						
Ларь 2500	4	4	0,7						
Горка Jupiter Soliaris 3750	1	1,6	0,7						
<b>Технологическое оборудование</b>	<b>42</b>	<b>70,865</b>	<b>0,75</b>	<b>0,57</b>				<b>40,39</b>	
Миксер	1	0,3	0,7						
Машина для просеивания муки МПМ-800М	1	1,1	0,7						
Тестораскат SH50B	1	0,55	0,7						
Тестомес спиральный Sinmag SM 80T	1	5,25	0,7						

## Окончание таблицы 2.8

Наименование ЭП	N, шт	Руст, кВт	cos j	Kc	Росв/Рхол, %	K	K1	Ррасч, кВт	I, А
Хлеборезка Jac Duro 450	1	0,49	0,7						
Пароконвектомат ХЕВС 10-EU	2	42	0,7						
Ларь СНЕЖ МЛК-500	1	0,245	0,7						
Шкаф холодильный ШХ-0.5	2	0,7	0,7						
Холодильник	1	0,5	0,7						
Гриль МК 3.8	1	3,4	0,65						
СВЧ	1	1,5	0,65						
Мороженое	1	0,38	0,7						
Электронные весы	4	0,4	0,95						
Сервер	1	1	0,95						
Касса	5	1,75	0,95						
Розеточный компьютерный блок	7	7	0,95						
Розетки под орг. технику	2	0,4	0,95						
бытовые розетки одинарные розетки	3	0,9	0,95						
бытовые сдвоенные розетки	6	3	0,95						
<b>ИТОГО</b>		<b>95,383</b>	<b>0,85</b>		<b>26,58</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>53,03</b>	<b>94,9</b>

### 3 Практическая часть. Проектирование сети внутреннего электроснабжения

#### 3.1 Выбор коммутационных аппаратов

Выбор автоматических выключателей производим по номинальному току [2 – 4]:

$$I_{\text{ср.рас.}} \geq I_p \quad (3.1)$$

где  $I_{\text{ср.рас.}}$  – номинальный ток автомата, А;

$I_p$  – расчетный ток нагрузки, А

Выбор автоматов линий ЩС 1 сведен в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Выбор автоматов ЩС 1

Линия	$I_{\text{рас.}}$ , А	Тип выключателя	$I_{\text{ном}}$ , А	$I_{\text{кз.мах}}$ , кА
Линия 1-1	29,93	DVA 6 1P+N 32A (C) 30mA (A) 6kA	32	6
Линия 1-2	24,95	DVA 6 1P+N 32A (C) 30mA (A) 6kA	32	6

Окончание таблицы 3.1

Линия	$I_{рас.}, A$	Тип выключателя	$I_{ном}, A$	$I_{кз.мах}, кА$
Линия 1-3 (3ф)	13,65	DVA 6 3P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	6
Линия 1-4 (3ф)	33,63	DVA 6 3P+N 40A (C) 30mA (A) 6kA	40	6
Линия 1-5 (3ф)	33,63	DVA 6 3P+N 40A (C) 30mA (A) 6kA	40	6
Линия 1-6	7,64	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	10	6
Линия 1-7	9,74	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	6
Линия 1-8	9,74	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	6
Линия 1-9	20,78	DVA 6 1P+N 32A (C) 30mA (A) 6kA	32	6
Ввод ЩС1	70,50	ВА 47-100 3P 80 C	80	10

Таблица 3.2 – Выбор автоматов ЩС 2

Линия	$I_{рас.}, A$	тип выключателя	$I_{ном}, A$	$I_{кз.мах}, кА$
Линия 2-1	4,64	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	10	6
Линия 2-2	15,31	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	6
Линия 2-3	10,23	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	6
Линия 2-4	20,91	DVA 6 1P+N 25A (C) 30mA (A) 6kA	25	6
Линия 2-5	23,78	DVA 6 1P+N 25A (C) 30mA (A) 6kA	25	6
Линия 2-6	17,23	DVA 6 1P+N 25A (C) 30mA (A) 6kA	25	6
Линия 2-7	3,42	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	10	6
Линия 2-8	13,16	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	6
Ввод ЩС 2	31,03	ВА 47-63 3P 40 C	40	10

Таблица 3.3 – Выбор автоматов ЩО

Линия	$I_{рас.}, A$	Тип выключателя	$I_{ном}, A$	$I_{кз.мах}, кА$
гр. 1	1,72	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 2	2,41	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 3	2,41	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 4	2,41	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 5	2,41	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 6	2,41	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 7	1,38	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 8	1,38	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 9	0,86	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 10	0,86	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 11	2,07	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 12	1,03	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 13	1,55	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
гр. 14	1,38	ВА 47-63 1P 6 В	6	6
Ввод ЩО	7,9	ВА 47-63 3P 10 В	10	6

### 3.2. Выбор кабельно-проводниковой продукции

Сечения кабельных линий выбираются по условию максимального допустимого нагрева, вызванного длительными токами [1]

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{рас.}}, \quad (3.3)$$

и по условию согласования автомата и защищаемой линии

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,4 I_{\text{ав.н.}} \quad (3.4)$$

где  $K_{\text{ус.прок}}$  – прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля [25];

$I_{\text{доп}}$  – длительный ток кабеля, А;

$K_{\text{защ}}$  – коэффициент защиты, который равен 1, представляющий собой отношения длительного тока для провода или кабеля к параметру защитного устройства, [25, таб.7.6];

$I_{\text{ав.н.}}$  – номинальный ток автомата.

Таблица 3.3 – Выбор сечения кабелей ЩС 1

Линия	$I_{\text{рас.}},$ А	Тип кабеля	число жил	Сечение, $\text{мм}^2$	$I_{\text{доп}},$ А	$I_{\text{ав.н.}},$ А	$1,4 I_{\text{ав.н.}},$ А
Линия 1-1	29,93	ВВГ нг	3	8	48	32	44,8
Линия 1-2	24,95	ВВГ нг	3	8	48	32	44,8
Линия 1-3 (3ф)	13,65	ВВГ нг	5	3	23	16	22,4
Линия 1-4 (3ф)	33,63	ВВГ нг	5	16	70	40	56
Линия 1-5 (3ф)	33,63	ВВГ нг	5	16	70	40	56
Линия 1-6	7,64	ВВГ нг	3	1,5	18	10	14
Линия 1-7	9,74	ВВГ нг	3	2	23	16	22,4
Линия 1-8	9,74	ВВГ нг	3	2	23	16	22,4
Линия 1-9	20,78	ВВГ нг	3	8	48	32	44,8
Ввод ЩС1	70,50	ВВГ нг	5	50	135	80	112

Таблица 3.4 – Выбор сечения кабелей ЩС 2

Линия	$I_{рас.}, A$	Тип кабеля	число жил	Сечение, $мм^2$	$I_{доп}, A$	$I_{ав.н.}, A$	$1,4*I_{ав.н.}, A$
Линия 2-1	4,64	ВВГ нГ	3	1,5	18	10	14
Линия 2-2	15,31	ВВГ нГ	3	2	23	16	22,4
Линия 2-3	10,23	ВВГ нГ	3	2	23	16	22,4
Линия 2-4	20,91	ВВГ нГ	3	6	37	25	35
Линия 2-5	23,78	ВВГ нГ	3	6	37	25	35
Линия 2-6	17,23	ВВГ нГ	3	6	37	25	35
Линия 2-7	3,42	ВВГ нГ	3	1,5	18	10	14
Линия 2-8	13,16	ВВГ нГ	3	2	23	16	22,4
Ввод ЩС 2	31,03	ВВГ нГ	5	16	80	40	56

### 3.3 Выбор силовых щитов

Распределительные силовые щиты выбираем навесного исполнения, с металлическим корпусом для установки модульного оборудования. Выбор типа шкафа выполняется по максимальному подводимому току и максимальному количеству модулей.

Для силового щита ЩС 1 выбираем шкаф ЩРН-36 IP31. Номинальный ток 125 А, число модулей 36, габаритные размеры (ВхШхГ) 480х300х120, расположение автоматов в 3 ряда (Предусмотрена установка резервных диф.автоматов: 2 трехполюсных и 3 двухполюсных).

Для силового щита ЩС 2 выбираем шкаф ЩРН-24 IP31. Номинальный ток 125 А, число модулей 24, габаритные размеры (ВхШхГ) 350х300х120, расположение автоматов в 2 ряда (Предусмотрена установка резервных диф.автоматов: 2 двухполюсных).

Для щита освещения ЩО выбираем шкаф ЩРН-18 IP31. Номинальный ток 125 А, число модулей 18, габаритные размеры (ВхШхГ) 220х400х120, расположение автоматов в 1 ряд (Предусмотрена установка одного резервного однополюсного автомата).

### 3.4 Проверка по допустимым потерям напряжения

Максимальные потери в сети освещения составляют 1,66 %.

Потери напряжения в силовой сети в процентах от номинального значения определяются:

$$\Delta U_{Л} = \frac{I_{рас} \cdot L_{Л} \cdot (r_{0,Л} \cdot \cos(\varphi) + x_{0,Л} \cdot \sin(\varphi))}{U_{ном}} \cdot 100\% \quad (3.5)$$

где  $r_0, x_0$  - активное и реактивное сопротивление 1 км линии, Ом/км;

$L$  - длина линии, км;  $P_{Л}, Q_{Л}$  - активная и реактивная мощности;

$U_{ном}$  - номинальное напряжение сети.

Расчеты потерь напряжения сведены в таблицы 3.5 – 3.6

Таблица 3.5 – Расчет потерь напряжения по ЩС 1

Линия	$I_{рас}, A$	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$S, мм^2$	$L, м$	$r_0, мОм/м$	$x_0, мОм/м$	$\Delta U, \%$
Линия 1-1	29,93	0,7	0,71	10	45	2	0,37	1,02
Линия 1-2	24,95	0,7	0,71	10	35	2	0,37	0,66
Линия 1-3 (380 В)	13,65	0,7	0,71	4	25	5	0,33	0,58
Линия 1-4 (380 В)	33,63	0,95	0,31	16	18	1,25	0,29	0,35
Линия 1-5 (380 В)	33,63	0,95	0,31	16	20	1,25	0,29	0,39
Линия 1-6	7,64	0,7	0,71	1,5	48	13,55	0,11	1,59
Линия 1-7	9,74	0,7	0,71	2,5	23	8	0,09	0,58
Линия 1-8	9,74	0,7	0,71	2,5	28	8	0,09	0,70
Линия 1-9	20,78	0,7	0,71	10	32	2	0,31	0,49
Ввод ЩС1	70,5	0,86	0,51	50	30	0,4	0,25	0,45

Таблица 3.6 – Расчет потерь напряжения по ЩС 2

Линия	$I_{рас}, A$	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$S, мм^2$	$L, м$	$r_0, мОм/м$	$x_0, мОм/м$	$\Delta U, \%$
Линия 2-1	4,64	0,98	0,20	1,5	15	13,55	0,11	0,42
Линия 2-2	15,31	0,95	0,31	2,5	23	8	0,09	1,22
Линия 2-3	10,23	0,9	0,44	2,5	28	8	0,09	0,94
Линия 2-4	20,91	0,9	0,44	6	26	3,33	0,32	0,78
Линия 2-5	23,78	0,65	0,76	6	23	3,33	0,32	0,60
Линия 2-6	17,23	0,78	0,63	6	30	3,33	0,32	0,66
Линия 2-7	3,42	0,83	0,56	1,5	50	13,55	0,11	0,88
Линия 2-8	13,16	0,95	0,31	2,5	61	8	0,09	2,78
Ввод ЩС2	31,03	0,86	0,51	16	45	1,25	0,29	0,78

### 3.5 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

Расчет трехфазного тока КЗ необходим для проверки выключателей на коммутационную стойкость [13, 8]. Максимальный ток КЗ будет на вводе в ЩС1, т. к. к небу подведен кабель большего сечения и меньшей длины, чем к ЩС2. Если автоматы выдержат данный ток КЗ, то они выдержат и меньшие, поэтому трехфазный ток КЗ достаточно рассчитать только на ЩС 1.

Сопротивления току КЗ от ТП до ВРУ здания составляют: активное – 29.66 мОм, индуктивное – 19.63 мОм.

Расчет тока трехфазного КЗ сведен в таблицу 3.7

Таблица 3.7 – Расчет тока трехфазного КЗ

R <sub>ВРУ</sub> , мОм	X <sub>ВРУ</sub> , мОм	Линия ВРУ - ЩС					QF1		R <sub>рез</sub> , мОм	X <sub>рез1</sub> , мОм	I <sup>(3)</sup> <sub>кз</sub> , кА
		L, м	γ <sub>0</sub> , мОм/м	X <sub>0</sub> , мОм/м	R, мОм	X, мОм	R <sub>Q</sub> , мОм	X <sub>Q</sub> , мОм			
29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	43,71	27,98	4,46

Начальное действующее значение периодической составляющей тока однофазного короткого замыкания ( $I_{п0}^{(1)}$ , кА) рассчитывается по формуле [7, 14]:

$$I_{п0}^{(1)} = \frac{U_{ср.Н}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2 \cdot X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}}, \quad (3.6)$$

где  $R_{1\Sigma}$ ,  $X_{1\Sigma}$  – результирующие активное и индуктивное сопротивления (мОм) прямой последовательности;

$R_{0\Sigma}$ ,  $X_{0\Sigma}$  – результирующие активное и индуктивное сопротивления (мОм) нулевой последовательности.

Расчет токов однофазного КЗ сведен в таблицу 3.8



Таблица 3.8 – Расчет токов однофазного КЗ

точка КЗ	R <sub>ВРУ</sub> , МОм	X <sub>ВРУ</sub> , МОм	Линия ВРУ - ЩС					QF1		QF2		Линия ЩС1-ЭП					R <sub>рез1</sub> , МОм	X <sub>рез1</sub> , МОм	R <sub>рез0</sub> , МОм	X <sub>рез0</sub> , МОм	I <sup>(1)</sup> <sub>кз</sub> , кА
			L, м	γ <sub>0</sub> , МОм/м	χ <sub>0</sub> , МОм/м	R, МОм	X, МОм	R <sub>Q</sub> , МОм	X <sub>Q</sub> , МОм	R <sub>Q</sub> , МОм	X <sub>Q</sub> , МОм	L, м	γ <sub>0</sub> , МОм/м	χ <sub>0</sub> , МОм/м	R, МОм	X, МОм					
К ЩС1	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85						0	0	43,71	27,98	118,27	27,98	3,11
КЗ Л 1-1	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	8	5	45	2	0,37	90	16,65	112,05	30	486,27	49,63	0,96
КЗ Л 1-2	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	8	5	35	2	0,37	70	12,95	92,05	26,3	406,27	45,93	1,16
КЗ Л 1-3	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	13	18	25	5	0,33	125	8,25	152,05	34,6	631,27	54,23	0,73
КЗ Л 1-4	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	6,8	2,7	18	1,25	0,29	22,5	5,22	43,35	16,27	215,07	35,90	2,24
КЗ Л 1-5	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	6,8	2,7	20	1,25	0,29	25	5,8	45,85	16,85	225,07	36,48	2,13
КЗ Л 1-6	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	29	40	48	13,55	0,11	650,4	5,28	693,45	53,63	2748,87	73,26	0,17
КЗ Л 1-7	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	13	18	23	8	0,09	184	2,07	211,05	28,42	867,27	48,05	0,53
КЗ Л 1-8	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	13	18	28	8	0,09	224	2,52	251,05	28,87	1027,27	48,50	0,45
КЗ Л 1-9	29,66	19,63	30	0,4	0,25	12	7,5	2,05	0,85	8	5	32	2	0,31	64	9,92	86,05	23,27	382,27	42,90	1,23
КЗ ЩС2	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7						0	0	92,71	35,38	300,02	35,38	1,39
КЗ Л 2-1	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	29	40	15	13,55	0,11	203,25	1,65	295,3	57,4	1142,02	77,03	0,40
КЗ Л 2-2	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	13	18	23	8	0,09	184	2,07	260,05	35,82	1049,02	55,45	0,44
КЗ Л 2-3	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	13	18	28	8	0,09	224	2,52	300,05	36,27	1209,02	55,90	0,38
КЗ Л 2-4	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	29	40	26	13,55	0,11	352,3	2,86	444,35	58,61	1738,22	78,24	0,26
КЗ Л 2-5	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	10	10	23	3,33	0,32	76,59	7,36	149,64	33,11	616,38	52,74	0,75
КЗ Л 2-6	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	10	10	30	3,33	0,32	99,9	9,6	172,95	35,35	709,62	54,98	0,65
КЗ Л 2-7	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	29	40	50	13,55	0,11	677,5	5,5	769,55	61,25	3039,02	80,88	0,15
КЗ Л 2-8	29,66	19,63	45	1,25	0,29	56,25	13,05	6,8	2,7	13	18	61	8	0,09	488	5,49	564,05	39,24	2265,02	58,87	0,20

Для обеспечения защиты кабеля линии при возникновении тока КЗ автомат должен сработать не менее чем за 0,4 с. Результаты проверки времени срабатывания однофазному току КЗ представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Результаты проверки времени срабатывания однофазному току КЗ

Линия	Тип установленного автомата	Номинальный ток, А	Ток однофазного КЗ, кА	Время срабатывания, с
ВРУ – ЩС1	ВА 47-100 3P 80 С	80	3115	0,01
КЗ Л 1-1	DVA 6 1P+N 32A (C) 30mA (A) 6kA	32	963	0,01
КЗ Л 1-2	DVA 6 1P+N 32A (C) 30mA (A) 6kA	32	1156	0,01
КЗ Л 1-3	DVA 6 3P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	733	0,01
КЗ Л 1-4	DVA 6 3P+N 40A (C) 30mA (A) 6kA	40	2236	0,01
КЗ Л 1-5	DVA 6 3P+N 40A (C) 30mA (A) 6kA	40	2133	0,01
КЗ Л 1-6	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	10	167	0,01
КЗ Л 1-7	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	535	0,01
КЗ Л 1-8	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	451	0,01
КЗ Л 1-9	DVA 6 1P+N 32A (C) 30mA (A) 6kA	32	1232	0,01
ВРУ – ЩС2	ВА 47-63 3P 40 С	40	1393	0,01
КЗ Л 2-1	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	10	397	0,01
КЗ Л 2-2	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	440	0,01
КЗ Л 2-3	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	382	0,01
КЗ Л 2-4	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	25	263	0,01
КЗ Л 2-5	DVA 6 1P+N 25A (C) 30mA (A) 6kA	25	749	0,01
КЗ Л 2-6	DVA 6 1P+N 25A (C) 30mA (A) 6kA	25	651	0,01
КЗ Л 2-7	DVA 6 1P+N 10A (C) 30mA (A) 6kA	10	151	0,01
КЗ Л 2-8	DVA 6 1P+N 16A (C) 30mA (A) 6kA	16	204	0,01

Как видно из таблицы 3.9 все выбранные автоматы обеспечивают надежную защиту при возникновении однофазного КЗ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является проект системы электроснабжения супермаркета «Командор» г. Абакан. Система электроснабжения проектировалась с учетом современным требованиям к системам, таким как надежность и безопасность для человека.

Было рассчитано электрическая нагрузка ЭП в целом по магазину и по уровням электроснабжения.

Были выбраны кабельные линии, ВРУ и вводные автоматы, силовые щиты, сечения кабельных линий и параметры коммутационно – защитных аппаратов.

Выбранное электротехническое оборудование проверено на действие токов короткого замыкания. Проведены светотехнический и электротехнический расчеты освещения. В проекте предусмотрено также аварийное и эвакуационное освещение.

Анализ качества напряжения у характерных электроприемников приведенный для различных режимов работы показал, что отклонения напряжения лежат в допустимых пределах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст] : учебник.; допущено УМО высших учебных заведений РФ / Б. И. Кудрин. - М. : Интернет Инжиниринг, 2007. - 672 с.
2. Мастер каталог «Автоматические выключатели дифференциального тока серии DVA-6» [Электронный ресурс] // ЕКФ . – Режим доступа : <https://ekfgroup.com/>
3. Мастер каталог «Выключатели автоматические ВА 47-100 ЕКФ PROxima» [Электронный ресурс] // ЕКФ . – Режим доступа : <https://ekfgroup.com/>
4. Мастер каталог «Выключатели автоматические ВА 47-63 ЕКФ PROxima» [Электронный ресурс] // ЕКФ . – Режим доступа : <https://ekfgroup.com/>
5. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс]. – М. : ЭНЕРГИЯ, 2012. – 232 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/22695>.
6. Ополева, Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов [Текст] : учебное пособие / Г. Н. Ополева. – М. : ИНФРА-М; ИД "ФОРУМ", 2018. - 416 с.
7. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст] : учебник.; допущено МО и науки РФ / В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В.
8. Пираторов ; ред. И. П. Крючков. - 2-е изд., стереотипное. - М. : МЭИ, 2009. – 416 с.
9. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты от 24.07.13 № 328Н [Электронный ресурс] ; введены в действие с 4 августа 2014 г. – URL : [rosmintrud.ru>docs/mintrud/orders/161](http://rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/161).
10. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Электронный ресурс]. – М. : ЭНЕРГИЯ, 2012. – 348 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22731>.
11. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Электронный ресурс]. – М. : ЭНЕРГИЯ, 2012. – 332 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/22732>.
12. Правила устройства электроустановок. – 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2012. – 701 с.
13. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования [Текст] : учеб. пособие.; допущено МО РФ / ред. : И. П. Крючков, В. А. Старшинов. – 2-е изд., стереотип. – М. : Академия, 2006. - 416 с.
14. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.
15. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок;

дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

16. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.

17. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий

18. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*; дата введ. 08.05.2017. – М.: НИИСФ РААСН, 2016. – 116 с.

19. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.

20. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.

21. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1177.

22. Федеральный закон от 26.03.2003 № 36-ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1178.

23. Федеральный закон № 125-ФЗ от 07.07.2003 "О внесении изменений и дополнений в федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации" (действующая редакция 2016) [Электронный ресурс] : URL: consultant.ru/document/cons\_dos\_ (дата обращения: 05.04.2020).

24. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» // Собрание законодательства РФ. 30.11.2009. № 48. Ст. 5711.

25. Федоров, А. А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий : учеб. пособие для вузов / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова . – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 365 с.

26. OPTIMA.PRS ECO LED 1200x600 4000K : техн. информация // Световые технологии [сайт] – Режим доступа : <https://www.ltcompany.com/ru/products/types/commercial-luminaires/office-luminaires/optima-eco-led/optima-prs-eco-led-1200x600-4000k/>

27. PRS/S ECO LED 600 4000K : техн. информация // Световые технологии [сайт] – Режим доступа : <https://www.ltcompany.com/ru/products/types/commercial-luminaires/office-luminaires/prs-s-eco-led/prs-s-eco-led-600-4000k/>

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт  
«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Иван Иванович Колосов  
подпись                      инициалы, фамилия  
« 30 »    « 06 »    2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Электроснабжение магазина «Командор» г.Абакан, ул. Торосова 7 Б  
тема

Руководитель	<u>Иван Иванович Колосов</u> подпись, дата    30.06.20	доцент, к. т. н. должность, ученая степень	<u>А. В. Коловский</u> инициалы, фамилия
Выпускник	<u>Иван Иванович Колосов</u> подпись, дата    30.06.2020г		<u>А. В. Гольцов</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	<u>Иван Иванович Колосов</u> подпись, дата    30.06.20		<u>И. А. Кычакова</u> инициалы, фамилия

Абакан 2020