

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

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО

«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Н. Чистяков

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение административного здания Енисейской нефтебазы

АО "Красноярск нефтепродукт"

тема

Руководитель _____
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

Е.В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

И.И. Гожин
инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2020

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

_____ Г.Н. Чистяков
подпись инициалы, фамилия
«___» _____ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту _____

(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 15-01 (з-15)

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код) (наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Электроснабжение административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт"

Утверждена приказом по институту № _____ от _____

Руководитель ВКР Платонова Е. В., доцент кафедры «Электроэнергетика»
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для дипломного ВКР поэтажные планы административного здания с расположением электрооборудования, ведомость электропотребителей.

Перечень разделов дипломного проекта:

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Особенности электроснабжения административных зданий

1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения административных зданий

2 Аналитическая часть

2.1 Общая характеристика административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт"

2.2 Потребители электроэнергии административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт"

3 Практическая часть

3.1 Светотехнический расчет системы освещения

3.2 Электротехнический расчет системы освещения

3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

3.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам

3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта

3.6 Выбор коммутационных аппаратов

3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции

3.8 Выбор прочих электрических устройств

3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность

Заключение

Список использованных источников

Перечень обязательных листов графической части

1 План административного здания с разводкой осветительной сети

2 План административного здания с разводкой силовой сети

3 Однолинейная схема электроснабжения

Руководитель ВКР

_____/ Е. В. Платонова
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

_____/ _____
(подпись, инициалы и фамилия студента)

25 февраля 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт"» содержит 62 страницы текстового документа, 30 использованных источников, 3 листа графического материала, два приложения.

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

Объект проектирования - административное здание Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт", находящееся на территории Енисейской нефтебазы.

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

Актуальность темы заключается в том, что проектирование и реконструкция объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для сотрудников.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения административное здание Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт". 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 административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт", соответствующая всем современным требованиям.

Новизна работы заключается в обосновании и расчёте осветительных и электрических нагрузок и выбор на их основании самого современного электрооборудования.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного административного здания могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.

THE ABSTRACT

The final qualifying work on the topic “Power supply of the administrative building of JSC“ Krasnoyarsk nefteproduct ”” contains 62 pages of a text document, 30 sources used, 3 sheets of graphic material, two appendices.

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

The design object is the administrative building of JSC Krasnoyarsk nefteproduct, located on the territory of the Yenisei Oil Depot.

The main goal of developing a power supply scheme is to provide electricity of good quality. The main task is to develop a power supply scheme in such a way that it meets modern requirements of safety, reliability and efficiency.

The relevance of the topic lies in the fact that the design and reconstruction of facilities using high classes of energy-saving equipment will reduce energy consumption and create comfort for employees.

During the design process, electric loads were calculated for each level of power supply, after which the power supply scheme was designed for the administrative building of the Yenisei oil depot of Krasnoyarsk nefteprodukt JSC. 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 for the administrative building of the Yenisei oil depot of Krasnoyarsknefteprodukt JSC, which meets all modern requirements.

The novelty of the work lies in the justification and calculation of lighting and electrical loads and the choice on their basis of the most modern electrical equipment.

The practical significance of the research is due to the fact that the proposed design solutions in the framework of the design of the power supply system of this administrative building can be used in the design and reconstruction of such public buildings.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Теоретическая часть.....	10
1.1 Особенности электроснабжения административных зданий.....	10
1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения административных зданий.....	14
2 Аналитическая часть.....	17
2.1 Общая характеристика административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт".....	17
2.2 Потребители электроэнергии административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт".....	20
3 Практическая часть.....	25
3.1 Светотехнический расчет системы освещения.....	25
3.2 Электротехнический расчет системы освещения.....	38
3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов.....	40
3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ.....	40
3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов первого уровня электроснабжения.....	41
3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения.....	43
3.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам.....	47
3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта.....	49
3.5.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата.....	49
3.5.2 Выбор ВРУ и вводного автомата.....	49
3.6 Выбор коммутационных аппаратов.....	50
3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции.....	52
3.8 Выбор прочих электрических устройств.....	54
3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....	55
3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания.....	55
3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность.....	57
Заключение.....	59
Список использованных источников.....	60
Приложение А.....	62
Приложение Б.....	63

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире стоят задачи развития промышленности путем всемирной интенсификации и повышения эффективности производства на базе ускорения научно-технического прогресса.

В области электроснабжения потребителей эти задачи предусматривают повышение уровня проектно-конструкторских разработок, внедрение и рациональную эксплуатацию высоконадежного электрооборудования, снижение непроизводительных расходов электроэнергии при ее передаче, распределении и потреблении.

В настоящее время программа развития электроэнергетики в России рассчитана на долгосрочную перспективу. При снабжении потребителей энергией важно осуществлять комплексный подход на всех этапах работ. Так же огромную роль в условиях рыночной экономики имеет, помимо всего прочего, экономическая эффективность принятых решений и дальнейшая перспектива развития затронутой отрасли.

Проектирование систем электроснабжения для общественных зданий, в том числе административных и 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 административных зданий напрямую зависит от вида оказываемых услуг или выполняемых работ. Все зависит от количества работающего персонала и категория надежности электроснабжения такого потребителя может быть вторая или третья.

Как известно, категория надежности электроснабжения того или иного потребителя определяет сложность построения схемы его электроснабжения, количество источников питания и линий связи между ними и потребителями, их зависимость или независимость друг от друга и другие факторы. Поэтому спроектированная система электроснабжения должна отвечать современному развитию науки и техники и опираться на самые актуальные технические разработки. Иначе, в результате применения ненадежного и не зарекомендовавшего себя электрооборудования на практике, а также нерациональная конфигурация системы электроснабжения, эта система может потерять свою устойчивость к различным факторам, способным спровоцировать аварию на объекте, в частности, общественного назначения. При этом требуемое качество электроэнергии, естественно, обеспечено не будет.

Особенность электроснабжения административных зданий заключается не только в разветвленности внутренних электросетей, но так же, в мощностях потребления электроэнергии различными установками. Вентиляционные установки, вспомогательные приборы и системы, в состав которых входят

различные электрические двигатели, могут потреблять намного больше электроэнергии, чем осветительные приборы, что требует более серьезной схемы электроснабжения объекта с учетом заземления электрических приборов.

Один из важных факторов, который влияет на работоспособность персонала административных зданий – это освещение. При создании комфортной обстановки для сотрудников предприятий и организаций освещение является очень важной составляющей, которая может как увеличивать продажи, так и уменьшать их. Современный уровень освещенности в конференц-залах административных зданий согласно сводам правил составляет величину до 300-400 люкс при общем освещении.

Объект проектирования – административное здание АО "Красноярск нефтепродукт", находящееся на территории Енисейской нефтебазы.

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

Актуальность темы заключается в том, что проектирование и реконструкция объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для сотрудников.

Научная новизна работы заключается в обосновании и расчёте осветительных и электрических нагрузок и выбор на их основании самого современного электрооборудования.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного административного здания могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.

Цель бакалаврской работы – спроектировать схему электроснабжения, соответствующую основным положениям энергетической стратегии России на период до 2030 года, одобренным правительством Российской Федерации в 2009 году (распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. N 1715-р).

Основными задачами бакалаврской работы являются:

- 1) расчет электрических нагрузок групп электрических приемников;
- 2) расчет электрического освещения;
- 3) разработка наиболее оптимальной схемы питания силовых электрических приемников административного здания;
- 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 административных зданий

Административные здания, управления, проектно-конструкторские бюро и другие подобные здания должны, как правило, питаться от разных трансформаторов двухтрансформаторных подстанций, которые питаются от разных секций РУ, 10(6) кВ, согласно наиболее распространенной категории надежности таких зданий – II.

В свою очередь, РУ 10(6) кВ должны питаться двумя кабельными линиями и иметь аварийное включение резерва. Питание от однострансформаторной подстанции следует рассматривать как практически возможное, но все же нежелательное, ибо в этом случае для питания ответственных потребителей, имеющих 2-ю категорию степени надежности электроснабжения, в аварийном режиме прокладываются кабельные перемычки между шинами распределительных устройств низкого напряжения. При этом перемычки между трансформаторами должны быть рассчитаны так, чтобы потеря напряжения до наиболее удаленных электроприемников не превышала допустимой для нормального режима работы.

Питание освещения осуществляется от общих трансформаторов - для силовых и осветительных потребителей.

Следует отметить, что должна соблюдаться нормируемая частота изменений напряжения в сети.

Питание эвакуационного и аварийного освещения должно быть не зависимым от питания рабочего освещения. При двух вводах питание осуществляется от разных вводов, при одном вводе - самостоятельными линиями от вводно-распределительного устройства (ВРУ).

Мощность силовых трансформаторов принимается на основании расчета нагрузок. При этом для ориентировочных расчетов электрических нагрузок возможно использование удельных электрических нагрузок, которые для административных зданий на каждый квадратный метр полезной площади составляют 45 Вт - с учетом кондиционирования воздуха и 36 Вт - без учета.

Места расположения трансформаторных подстанций должны устанавливаться при проектировании конкретного объекта в соответствии с требованиями и с учетом расположения здания на генеральном плане, центра сосредоточения основных электрических нагрузок, архитектурно-планировочных решений и т. д.

Трансформаторные подстанции, как правило, выполняются встроенными в здание или пристроенными к нему, реже - отдельно расположенными. При встраивании трансформаторной подстанции в отдельных случаях используют комплектные трансформаторные подстанции с трансформаторами с воздушным охлаждением и размещают их в подвальных помещениях.

Подстанции с масляными трансформаторами следует располагать на

первом или цокольном этаже, но выше уровня планировочной отметки земли.

Силовые трансформаторы должны быть с глухозаземленной нейтралью. Применяемая система трехфазного тока с заземленной нейтралью - 380/220 В (напряжение холостого хода трансформаторов составляет 400/230 В).

В административных зданиях встречается и напряжение 12 и 36 В, используемое в качестве местного, например, в вентиляционных камерах.

Питание аварийного освещения административных зданий от автономных источников (аккумуляторные батареи, дизельная электростанция), как правило, не требуется.

На рисунке 1.1 приведены характерные схемы питания освещения административных зданий. Схема питания от однострансформаторной подстанции при нагрузках III категории приведена на рисунке "а". Для осветительных нагрузок II категории рекомендуется использование схемы "б", в которой рабочее и аварийное освещение питаются от разных трансформаторов.

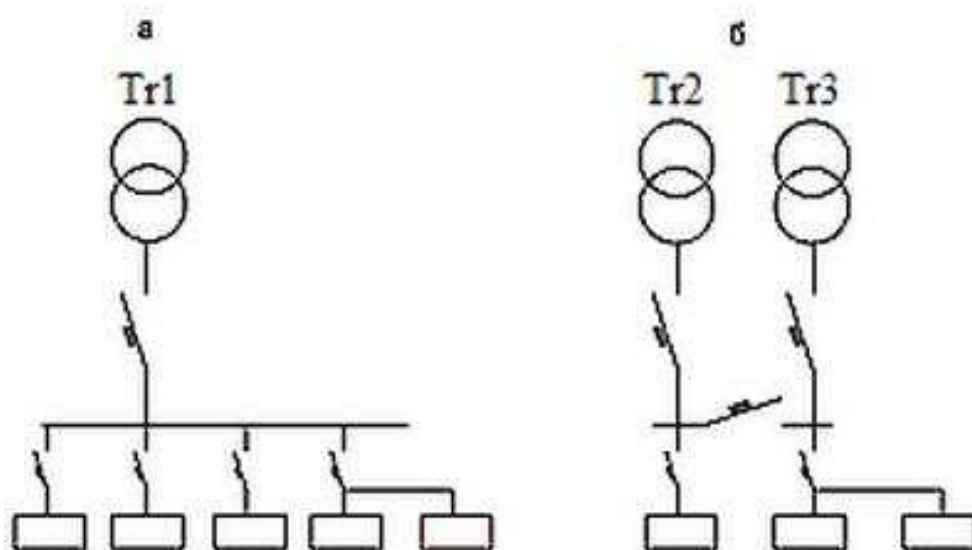


Рисунок 1.1 – Схемы питания административных зданий от трансформаторных подстанций

При питании каждого трансформатора от независимых источников (например, от разных секций РУ 10(6) кВ, да еще имеющих АВР) схема обеспечивает электроснабжение осветительных нагрузок I категории.

Аккумуляторные батареи в качестве второго источника питания применяются редко и только при питании особых нагрузок, например для эвакуационного освещения.

От распределительных щитов трансформаторных подстанций прокладываются питающие сети до групповых осветительных щитков ГРЩ, от которых идут групповые сети.

Ограниченное число защитных аппаратов на распределительных щитах подстанций или на ГРЩ здания, а также большие значения их номинальных токов вызывают в ряде случаев необходимость размножения фидера распределительного щита через магистральный пункт, от которого уже

питаются групповые щитки.

При исчезновении напряжения на основном источнике возможно использование схем автоматического переключения освещения с основного (рабочего) источника питания на резервный (аварийный).

Автоматические переключения производятся специальными станциями аварийного переключения, состоящими из контакторов или магнитных пускателей, реле и других аппаратов: АП - аварийное питание; КМ - контакты магнитного пускателя (рисунок 1.2).

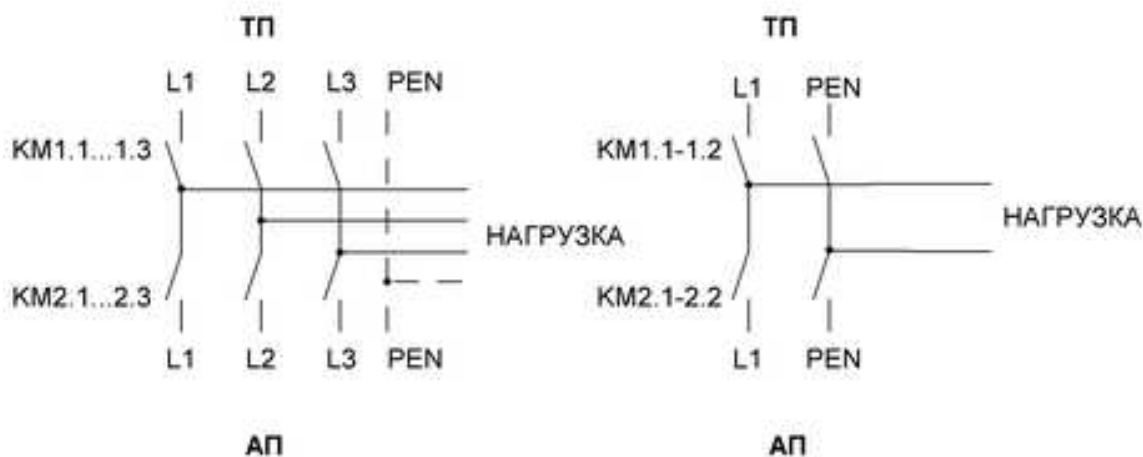


Рисунок 1.2 – Схемы главных цепей станций аварийного переключения

Схема электрооборудования, по которой электроснабжение здания осуществляется от двухтрансформаторной подстанции (Tr1, Tr2) двумя кабельными фидерами (3), приведена на рисунке 1.3 (каждый фидер рассчитан на нагрузку в нормальном и аварийном режимах).

Главный распределительный щит (ГРЩ) комплектуется, как правило, из панелей ЩО-70, состоит из двух секций с АВР между ними. От линейных панелей питаются щитки рабочего освещения, лифты, вентиляция, кондиционирование, пылеудаление, распределительный щит (РЩ) столовой, комплектуемый из панелей. От РЩ столовой питаются щиты освещения, силового электрооборудования, лифтов столовой. От двух секций ГРЩ с помощью двух фидеров питается щит противопожарных устройств (через ВРУ и шкаф аварийного переключения), от которого питаются пожарные насосы, охранно-пожарная сигнализация, аварийное освещение. На вводе в ГРЩ на каждом из фидеров предусматривается установка счетчика электроэнергии.

Схема рисунка 1.4 иллюстрирует, где рабочее освещение помещений № 3 и 4 питается от щитка аварийного освещения (4 кВт), а аварийное освещение - от щитка рабочего освещения (1 кВт).

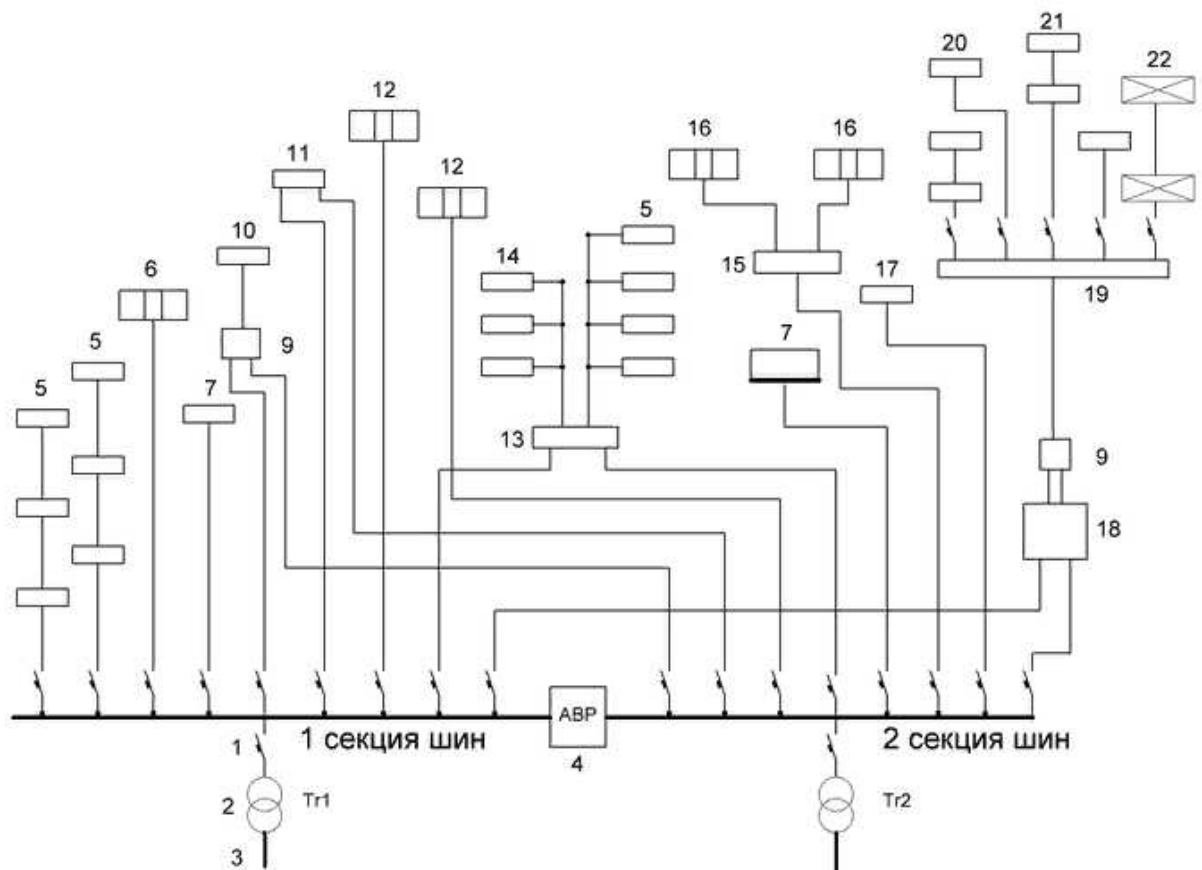


Рисунок 1.3 – Принципиальная однолинейная схема электроснабжения административного здания:

1-кабельные выводы от разных трансформаторов; 2-трансформатор; 3-питающий фидер; 4-автоматическое включение резерва (АВР); 5-щитки освещения; 6-щиток фасадного освещения (реклама); 7-силовой щит; 8-пылеудаление; 9-аварийное переключение; 10-щит АТС; 11-дымоудаление; 12-лифт; 13-щит столовой; 14-щит холодильной камеры; 15-щит вентиляции здания; 16-щит вентиляции венткамер; 17-щит кондиционеров; 18-вводное устройство; 19-щит противопожарных устройств; 20-пожарные насосы; 21-охранно-пожарная сигнализация; 22-аварийное освещение

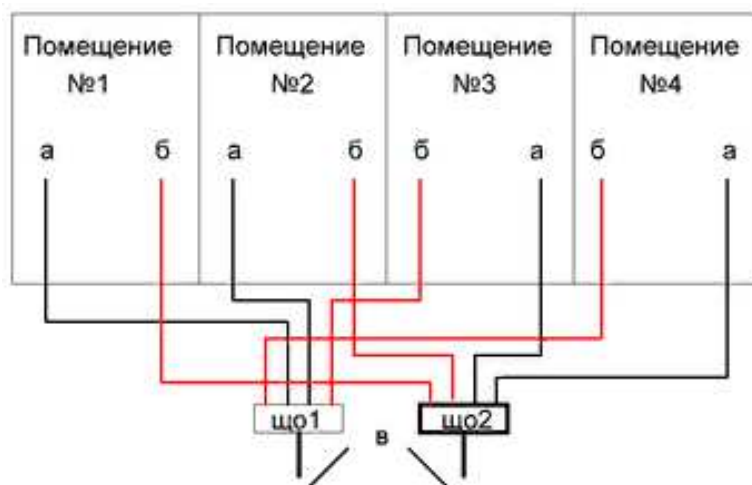


Рисунок 1.4 – Вариант распределительной сети рабочего и аварийного освещения:

1 - аварийное освещение; 2 - рабочее освещение на нагрузках; а – вводы; б, в – распределительные линии

Следует обратить внимание на рациональность получения равномерных нагрузок щитков освещения - рабочих и аварийных. Это достигается питанием рабочего освещения некоторых помещений от близлежащих щитков аварийного освещения, а аварийного освещения (работающего одновременно с рабочим) - от близлежащего щитка рабочего освещения. Такая схема позволит уменьшить необходимое число автоматов защиты и снизить расход материалов.

1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения административных 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» [20], 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» [19] 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 административных, является СП 256.1325800.2016 [14]. Согласно таблице 6.1 указанного документа категория электроприемников по надежности электроснабжения административного здания 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 – 16 этажей. В противном случае это уже будет I категория электроснабжения электроприемников здания. Большинство административных зданий по степени надежности электроснабжения относится ко II-й категории. Данный СП, в частности, регламентирует все основные положения и особенности электроснабжения, свойственные административным зданиям, которые описаны в п.1.1.

Глава 7.1 ПУЭ [10] регламентирует кроме всего прочего, электроустановки административных зданий, особенности питания и распределения электрической энергии. Требуется, чтобы силовые и осветительные сети имели, как правило, отдельное 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 административных зданий требуется использование СП 76.13330.2016 [16], регламентирующего монтаж и наладку указанных устройств, в том числе аппаратов защиты, освещения, кабельно-проводниковой продукции и т.д. Для проектирования искусственного освещения административных зданий требуется соблюдение норм, указанных в СП 52.13330.2016 [15], с учетом норм освещенности и разряда зрительных работ для каждого отдельно взятого помещения (разного или аналогичного назначения), а также геометрии помещений (как правило, прямоугольной формы, для зданий коридорного типа, которыми являются большинство зданий административного назначения). При этом принимаемые проектные решения должны согласовываться также с нормами СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания [17] и ГОСТ Р 55710-2013 [1], регламентирующим освещение рабочих мест, способы измерения освещенности и т.д.

Также при проектировании электрических сетей административных зданий пользуются следующими 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:

1) РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [11].

2) НПБ 246-97* Арматура электромонтажная. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний.

3) СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

4) СО 153-34.03.603-2003. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках.

5) ГОСТ 2.702-2011. Правила выполнения электрических схем.

6) ГОСТ 2.709-89 (СТ СЭВ 3754-82, СТ СЭВ 6308-88). Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах

7) ГОСТ 2.710-81 (СТ СЭВ 2182-80, СТ СЭВ 6306-88). Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

8) ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

9) ГОСТ 2.755-87. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

10) Множество ГОСТов по электротехническим, кабельным и другим изделиям и электроустановкам, а также в области обеспечения электробезопасности различными видами защит;

11) другие документы.

Краткие требования к техническому заданию по содержанию проекта электроснабжения административного здания [2, 28]:

- изучение представленных планов с инженерными сетями участка и поэтажных планов объекта для принятия технических решений;
- проектирование наружно и внутреннего электроснабжения объекта;
- выбор и обоснование категории надежности электроснабжения объекта;
- выбор мест установки вновь проектируемого электрооборудования в соответствии с переданной заказчиком технической документации по иным инженерным системам (вентиляция и кондиционирование, водоснабжение и водоотведение, телефонизация, пожарно-охранная сигнализация, связь, ТВ, интернет, и т.д.);
- выполнение необходимых расчетов и чертежей на основании и в соответствии с переданными заказчиком исходными данными (поэтажными планами, ситуационными планами, архитектурными и дизайнерскими решениями);
- расчеты токов короткого замыкания;
- расчет и выбор питающих линий, аппаратов защиты;
- расчет электрических нагрузок;
- согласование проекта с заинтересованными организациями – при необходимости в соответствии с действующим законодательством;
- требования к применяемым материалам и оборудованию;
- проектируемые материалы и оборудование должны соответствовать условиям эксплуатации и электробезопасности, кабельно-проводниковая продукция и электроустановочные изделия выбираются в соответствии с техническим заданием;
- выбор системы молниезащиты объекта;
- сроки ввода объекта в эксплуатацию;
- ответственные за выполнение указанных пунктов исполнители;
- стыковки по срокам с исполнителями других разделов проекта и стыковки размещения оборудования по другим разделам проекта;
- привязка типовых проектов;
- сводный план наружных инженерных сетей в определенном масштабе для нанесения вновь проектируемых инженерных сетей и зданий.

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 [13, 21].

2 Аналитическая часть

2.1 Общая характеристика административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт"

Товаропроводящая сеть АО "Красноярск нефтепродукт" охватывает 40 из 42 районов Красноярского края. В состав общества входят 9 филиалов и дочернее предприятие ООО "Оптнефтепродукт", имеющие свидетельство о регистрации лица, осуществляющего оптовую реализацию нефтепродуктов.

Енисейская нефтебаза (филиал Северный АО "Красноярск нефтепродукт") является водно-железнодорожной и предназначена для приема, хранения, отпуска и снабжения нефтепродуктами районов крайнего севера, населенных пунктов расположенных на р. Ангара, а так же прилегающих населенных пунктов предприятий расположенных вдоль водораздела р.Енисей как в рамках краевого завоза по территориям, так и прочим потребителям. По характеру деятельности нефтебаза относится к перевалочно-распределительной.

На территории филиала «Северный» АО "Красноярск нефтепродукт", расположены здания и сооружения, обеспечивающие технологический процесс приемки, хранения и отгрузки нефтепродуктов. Расположение объектов филиала показано на схеме объекта на местности (Приложение А). Наибольший интерес в плане проектирования электроснабжения представляет административное здание, находящееся на этом плане в правой части, около въезда на нефтебазу.

Административное здание размерами в плане 24 на 60 метров 1 степени огнестойкости высотой 2 этажа, стены выполнены из железобетонных плит перегородки и перекрытия – железобетонные частично - кирпичные, внутренняя отделка стен выполнена панелями МДФ, вентиляция здания - естественная. По периметру здания имеются 3 эвакуационных выхода.

На первом этаже здания располагаются:

- кабинет БДД;
- магазин со складскими помещениями;
- отделение СПБ;
- помещения столовой;
- бытовые помещения;
- электроцех;

На втором этаже располагаются:

- диспетчерская;
- кабинет директора;
- кабинет главного инженера;
- приемная;
- бухгалтерия;
- лаборатория;
- кабинет зам директора;

– отдел маркетинга.

Электроснабжение нефтебазы осуществляется от электроподстанции ТП110\10 расположенной в 5 километрах в районе населенного пункта п. Абалаково по высоковольтным линиям двумя фидерами. Электроэнергия с ТП 110 подходит на ЗРУ 10 КВа расположенную на территории нефтебазы фидеры ЗРУ № 1,13., № 1,04 отключают полностью электроснабжение нефтебазы. На территории нефтебазы расположены 4 ТП. ТП 1 630 КВа расположена в здании ЗРУ и питает административное здание и здание котельной, ТП 2 400 КВа расположена в насосной светлых нефтепродуктов и питает пожарную насосную станцию и насосную станцию светлых нефтепродуктов, ТП 3 400 КВа встроена в насосную станцию темных нефтепродуктов и питает очистные сооружения и насосную станцию темных нефтепродуктов, ТП 4 160 КВа расположена на берегу и питает водозабор и причал.

Дополнительно на нефтебазе установлена дизельная электростанция мощностью 400 кВт. В случае отказа электроснабжения по одному из 2 фидеров происходит автоматическое переключение на второй фидер.

Силовое напряжение потребителей нефтебазы составляет 380 В, напряжение потребителей осветительной сети составляет 220 В. Отключение электроэнергии производит дежурный электрик график дежурств электротехнического персонала находится у начальника караула ВОХР СПБ нефтебазы обязанности по розыску и доставки электротехнического персонала возложены на начальника караула ВОХР СПБ. Полное отключение электроэнергии производится через дежурного электросетей с подстанции расположенной в с. Абалаково Железнодорожной сельской администрации.

Запуск дизельной электростанции производится вручную обслуживающим персоналом нефтебазы.

Отопление осуществляется от котельной на твердом топливе (уголь), расположенной на территории нефтебазы, трубопроводы к зданиям проведены подземно, теплоноситель вода с температурой до 96 °С. Перевод отопления административного здания на электрическое отопление с использованием электрокотла не предусматривается.

Вентиляция:

- в насосных станциях светлых нефтепродуктов – приточно-вытяжная;
- в других зданиях – естественная;

Связь:

- городская телефонная связь;
- громкоговорящая связь;
- радиосвязь (используется охраной предприятия).

Поэтажные планы административного здания нефтебазы представлены в Приложении Б. На этих планах в помещениях кружком указано количество находящихся (работающих) человек.

В таблице 2.1 дана экспликация помещений административного здания, в соответствии с нумерацией и наименованием которых будет осуществляться

проектирование освещения. Планы этажей административного здания с указанной нумерацией представлены на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 – Экспликация помещений административного здания нефтебазы

№ п/п	Наименование помещения	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ²
1	2	3	4	5
1	Лестничная клетка	4,8	4,0	19,2
2	Диспетчерская	3,5	3,0	10,5
3	Кабинет БДД	9,2	8,5	78,2
4	Подсобное помещение	8,5	3,0	25,5
5	Магазин	8,5	7,8	66,3
6	Склад магазина	8,5	3,2	27,2
7	Бытовое помещение	7,0	4,9	34,3
8	Бытовое помещение	7,0	3,2	22,4
9	Бытовое помещение	6,1	4,9	29,89
10	Бытовое помещение	6,1	3,3	20,13
11	Бытовое помещение	5,0	2,8	14
12	Подсобное помещение	3,2	2,8	8,96
13	Подсобное помещение	4,9	2,9	14,21
14	Лестничная клетка	4,8	4,0	19,2
15	Электроцех	12,9	6,7	86,43
16	Коридор	7,0	6,9	48,3
17	Тепловой узел	3,3	2,7	8,91
18	Подсобное помещение	3,7	2,7	9,99
19	Коридор	50,0	3,3	165
20	СПБ	10,0	3,6	36
21	Подсобное помещение	4,2	4,0	16,8
22	Продуктовый склад	12,8	5,4	69,12
23	Банкетное помещение	8,1	4,1	33,21
24	Подсобное помещение	4,1	3,0	12,3
25	Подсобное помещение	5,5	3,0	16,5
26	Туалет	3,0	2,8	8,4
27	Санузел	6,8	3,0	20,4
28	Столовая	10,0	5,0	50
29	Тамбур	3,1	2,9	8,99
30	Помещение столовой	6,6	3,1	20,46
31	Кухня	10,0	3,3	33
32	Гардероб	10,0	3,3	33
33	Бытовое помещение	10,0	8,0	80
34	Туалет	10,0	4,5	45
35	Туалет	10,0	2,6	26
36	Лестничная клетка	4,8	4,0	19,2
37	Электрощитовая	3,4	2,9	9,86
38	Кабинет главного инженера	8,5	8,4	71,4
39	Приемная	8,5	3,7	31,45
40	Кабинет директора	8,5	5,1	43,35
41	Подсобное помещение	8,5	2,5	21,25

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5
42	Зал для переговоров	8,5	3,0	25,5
43	Кабинет	8,5	2,4	20,4
44	Кабинет	8,5	2,0	17
45	Кабинет	8,5	2,0	17
46	Кабинеты	8,5	6,0	51
47	Коридор	12,4	6,4	79,36
48	Лестничная клетка	4,8	4,0	19,2
49	Коридор	55	3,7	203,5
50	Кабинет	3,7	1,7	6,29
51	Отдел кадров	10,0	3,6	36
52	Главный бухгалтер	10,0	8,0	80
53	Бухгалтерия	10,0	4,2	42
54	Бухгалтерия	10,0	3,0	30
55	Касса	10,0	3,4	34
56	Отдел программного обеспечения	10,0	3,5	35
57	Лаборатория	10,0	3,7	37
58	Лаборатория	10,0	3,3	33
59	Лаборатория	10,0	3,1	31
60	Заместитель директора	10,0	3,6	36
61	Архив	10,0	4,9	49
62	Туалет	10,0	3,5	35
63	Туалет	10,0	3,0	30

2.2 Потребители электроэнергии административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт"

Силовые и осветительные электроприемники административного здания относятся к потребителям III категории. В здании имеются розеточные группы, а также отдельные силовые трехфазные и однофазные электроприемники, представленные преимущественно вентиляционным оборудованием, а также кондиционерами и оборудованием магазина и столовой для приготовления и хранения пищи. Планируется спроектировать освещение со светодиодными светильниками.

В помещениях 51-61, 38-40, 42, 3, 7, 9, 28, 31, 33 установлены кондиционеры. Вентиляторы имеются в помещениях 15, 31. Подробнее места установки оборудования представлены на рисунках 2.1-2.2, а его характеристики – в таблице 2.2. Основные технические характеристики силового электрооборудования, которое будем использовать для различных нужд рассматриваемого административного здания, показывают его высокий класс энергоэффективности.

Таблица 2.2 – Ведомость электрических нагрузок силовых электроприемников (кроме розеток)

№	Наименование ЭП	Установленная мощность ЭП, кВт	U _{ном} , В	K _н	K _с	cosφ
1	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	220	0,6	0,7	0,8
2	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	220	0,6	0,7	0,8
3	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	220	0,6	0,7	0,8
4	Плита индукционная на 6 конфорок ИПП-610134	21,0	380	0,7	0,8	0,95
5	Тестомесильная машина с подкатной дежой «Прима-300»	17,6	380	0,6	0,7	0,85
6	Конвекционная печь «Фотон» 1,5-01	10,0	380	0,7	0,8	0,95
7	Овощерезка Robot Coupe CL60	1,5	220	0,6	0,7	0,85
8	Холодильный шкаф S 220 Ugur	3,5	220	0,5	0,6	0,65
9	Холодильный шкаф S 220 SD Ugur	4,6	220	0,5	0,6	0,65
10	Холодильный шкаф 350 BGC Снеж	2,0	220	0,5	0,6	0,65
11	Холодильный шкаф Капри П-390 М МариХолодМаш	3,6	220	0,5	0,6	0,65
12	Холодильный шкаф POLAIR DM102-Bravo	4,3	220	0,5	0,6	0,65
13	Шкаф шоковой заморозки Polair CR10-G	6,1	220	0,5	0,6	0,7
14	Морозильная камера Атлант М-7201-100	2,4	220	0,5	0,6	0,7
15	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
16	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
17	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
18	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
19	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
20	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
21	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
22	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
23	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
24	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
25	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	220	0,6	0,7	0,8
26	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	220	0,6	0,7	0,8
27	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
28	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
29	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
30	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
31	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
32	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8
33	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	220	0,4	0,5	0,8

34	Насос водяной NB 65-200/198	22,0	380	0,6	0,7	0,85
35	Насос водяной NB 65-200/198	22,0	380	0,6	0,7	0,85



Рисунок 2.1 – План расстановки электрооборудования на 1-м этаже

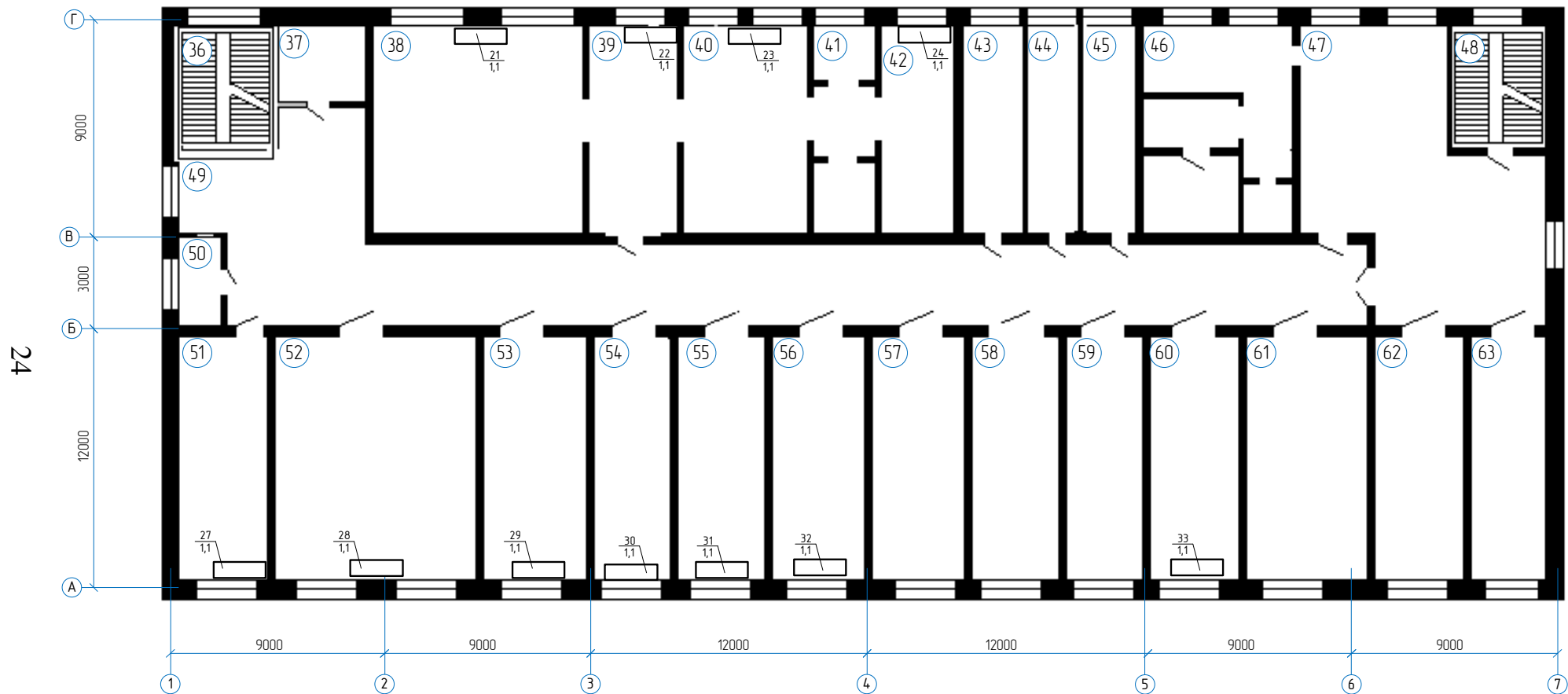


Рисунок 2.2 – План расстановки электрооборудования на 2-м этаже

3 Практическая часть

3.1 Светотехнический расчет системы освещения

Светотехнический расчет системы освещения административного здания нефтебазы произведем методом коэффициента использования светового потока [3, 6, 23].

Ввиду отсутствия помещений, к которым применяются особые требования по освещению, ремонтное освещение выполняется с использованием фонарей на аккумуляторных батареях. Рекомендации по проектированию систем освещения взяты из СП 256.1325800.2016 [14] и СП 52.13330.2016 [15], с учетом ГОСТ Р 55710-2013 [1].

Произведем светотехнический расчет системы рабочего освещения, который сведем в таблицу 3.1. Как указывалось, для построения системы электроосвещения административного здания целесообразно использовать энергоэффективные светильники со светодиодными лампами, обеспечивающими комфортную освещенность рабочих мест в кабинетах и других помещениях здания.

Выбираем для бытовых, подсобных и вспомогательных помещений, кабинетов, архива, коридоров и других подобных помещений офисные светильники типа OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт (рисунок 3.1), которые имеют квадратную форму и монтируются на подвесных потолках помещений («Грильято») [29], со световым потоком 3360 Лм на весь светильник и потребляемой мощностью 32 Вт. Естественный свет исключает усталость глаз при работе. Все светильники СПО 600 поддерживают работоспособность в пределах 140-265V. Драйвер, установленный в СПО 600, имеет коэффициент мощности 0,9 и соответствует всем требованиям по ЭМС (электромагнитной совместимости) согласно ГОСТ Р.

Светильник OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт состоит из следующих основных частей: - корпус из листовой стали, окрашенного порошковой эмалью белого цвета, с установленными на нем источниками питания и 4-я светодиодными модулями соединенные проводами внутреннего монтажа - рассеиватели из светотехнического полистирола «Микропризма», «Призма», «Опал» [29]. Кривая сила света (КСС): Д.

В случае, если светильник OnLed СПО 600-30/3500 не подходит по освещённости (значение светового потока превышено на 10% в меньшую сторону и более 20% в большую сторону), то применяются лампы меньшей мощности.

Для санузлов и туалетов применяем накладные светильники, защищенные от влаги, типа РВН-РС4-РА 12W, мощностью 12 Вт, используются светодиоды SMD2835, с общим световым потоком 930 Лм (рисунок 3.2). Кривая сила света: Д (косинусная).



Рисунок 3.1 – Встраиваемый светильник OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт



Рисунок 3.2 – Накладной светильник РВН-РС4-РА 12W

Таблица 3.1 – Расчет количества светильников в помещениях административного здания

Номер по плану	Наименование помещения	Размеры, м			h _р , м	h _с , м	h, м	Тип светильника	λ, э	Кривая силы света	L _а , м	п	L _а , м	L _в , м	m	l _в , м	N	L _а /L _в ≤ 1,5	i	η	E _н , лк	Кз _{лп}	z	Ф _р , лм	Число ламп в светильнике	Тип лампы	Световой поток одной лампы Ф _л , лм	Световой поток светильника Ф _{св} , лм	Отклонение ΔФ - 10...+20 %	Мощность одной лампы, Вт	Мощность светильника, Вт
		A	B	H																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Лестничная клетка	4,8	4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,8	3,2	1	2	2	1	1,1	0,42	50	1,5	1,1	1886	4	Samsung LM2 68D	420	1680	4,2	4	16
2	Диспетчерская	3,5	3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,15	3,2	1	1,5	3	1	0,8	0,43	200	1,5	1,1	2686	4	Samsung LM2 76D	630	2520	-6,2	6	24
3	Кабинет БДД	9,2	8,5	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,4	3,2	3	1,05	1,4	1	2,2	0,84	300	1,5	1,1	3292	4	Samsung LM2 81D	840	3360	2,1	8	32
4	Подсобное помещение	8,5	3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1,5	3	1	1,1	0,42	100	1,5	1,1	3339	4	Samsung LM2 81D	840	3360	0,6	8	32
5	Магазин	8,5	7,8	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	2	2,3	8	1	2	0,76	200	1,5	1,1	3599	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-6,6	8	32
6	Склад магазина	8,5	3,2	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1,6	2	1	1,2	0,46	75	1,5	1,1	3659	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-8,2	8	32
7	Бытовое помещение	7	4,9	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	0,3	3,2	2	0,85	6	1	1,4	0,53	200	1,5	1,1	3559	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-5,6	8	32
8	Бытовое помещение	7	3,2	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	0,3	3,2	1	1,6	6	1	1,1	0,42	200	1,5	1,1	2933	4	Samsung LM2 81D	840	3360	14,6	8	32
9	Бытовое помещение	6,1	4,9	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	1,45	3,2	2	0,85	5	1	1,4	0,53	200	1,5	1,1	3722	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-9,7	8	32

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
10	Бытовое помещени е	6,1	3,3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	2	1,45	3,2	1	1,65	5	1	1,1	0,42	200	1,5	1,1	3163	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	6,2	8	32
11	Бытовое помещени е	5	2,8	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,9	3,2	1	1,4	3	1	0,9	0,49	200	1,5	1,1	3143	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	6,9	8	32
12	Подсобное помещени е	3,2	2,8	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	1	1,6	3,2	1	1,4	2	1	0,7	0,38	100	1,5	1,1	1945	4	Sams ung LM2 76D	630	2520	19,6	6	24
13	Подсобное помещени е	4,9	2,9	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,85	3,2	1	1,45	2	1	0,9	0,49	100	1,5	1,1	2393	4	Sams ung LM2 76D	630	2520	5,3	6	24
14	Лестнична я клетка	4,8	4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,8	3,2	1	2	2	1	1,1	0,42	50	1,5	1,1	1886	4	Sams ung LM2 68D	420	1680	-9,9	4	16
15	Электроце х	12,9	6,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	5	0,05	3,2	2	1,75	10	1	2,2	0,84	200	1,5	1,1	3395	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	-1	8	32
16	Коридор	7	6,9	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	3	0,3	3,2	2	1,85	6	1	1,7	0,65	75	1,5	1,1	1533	4	Sams ung LM2 68D	420	1680	9,6	4	16
17	Тепловой узел	3,3	2,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,05	3,2	1	1,35	1	1	0,7	0,38	50	1,5	1,1	1934	4	Sams ung LM2 76D	630	2520	15,3	6	24
18	Подсобное помещени е	3,7	2,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,25	3,2	1	1,35	1	1	0,8	0,43	100	1,5	1,1	3833	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	-9,3	8	32
19	Коридор	50	3,3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	16	1	3,2	1	1,65	16	1	1,5	0,57	75	1,5	1,1	2239	4	Sams ung LM2 76D	630	2520	12,6	6	24
20	СПБ	10	3,6	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,8	8	1	1,3	0,49	200	1,5	1,1	3031	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	10,9	8	32

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
21	Подсобное помещени е	4, 2	4	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	2	0, 5	3, 2	1	2	2	1	1	0, 54	10 0	1,5	1, 1	25 67	4	Sams ung LM2 76D	630	2520	-1,8	6	24
22	Продуктов ый склад	12, 8	5, 4	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	4	1, 6	3, 2	2	1, 1	4	1	1, 9	0, 72	75	1,5	1, 1	29 70	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	13,1	8	32
23	Банкетное помещени е	8, 1	4, 1	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	3	0, 85	3, 2	1	2, 05	1 0	1	1, 4	0, 53	30 0	1,5	1, 1	31 02	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	8,3	8	32
24	Подсобное помещени е	4, 1	3	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	2	0, 45	3, 2	1	1, 5	3	1	0, 9	0, 49	10 0	1,5	1, 1	13 81	4	Sams ung LM2 68D	420	1680	18,7	4	16
25	Подсобное помещени е	5, 5	3	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	2	1, 15	3, 2	1	1, 5	2	1	1	0, 54	10 0	1,5	1, 1	25 21	4	Sams ung LM2 76D	630	2520	0	6	24
26	Туалет	3	2, 8	3	0, 8	0, 2	2	PBH- PC4-RA 12W	1, 6	Д	3, 2	1	1, 6	3, 2	1	1, 4	3	1	0, 7	0, 38	75	1,5	1, 15	95 3	1	CL Jazzw ay 12	930	930	-2,4	12	12
27	Санузел	6, 8	3	3	0, 8	0, 2	2	PBH- PC4-RA 12W	1, 6	Д	3, 2	3	0, 2	3, 2	1	1, 5	5	1	1	0, 54	75	1,5	1, 15	97 8	1	CL Jazzw ay 12	930	930	-4,9	12	12
28	Столовая	10	5	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	4	0, 2	3, 2	2	0, 9	1 2	1	1, 7	0, 65	30 0	1,5	1, 1	31 73	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	5,9	8	32
29	Тамбур	3, 1	2, 9	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	1	1, 6	3, 2	1	1, 45	1	1	0, 7	0, 38	75	1,5	1, 1	29 28	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	14,8	8	32
30	Помещени е столовой	6, 6	3, 1	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	3	0, 1	3, 2	1	1, 55	8	1	1, 1	0, 42	30 0	1,5	1, 1	30 14	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	11,5	8	32
31	Кухня	10	3, 3	3	0, 8	0, 2	2	OnLed СПО 600- 30/3500	1, 6	Д	3, 2	4	0, 2	3, 2	1	1, 65	8	1	1, 2	0, 46	20 0	1,5	1, 1	29 59	4	Sams ung LM2 81D	840	3360	13,6	8	32

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
32	Гардероб	10	3,3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,65	4	1	1,2	0,46	100	1,5	1,1	2959	4	Samsung LM2 81D	840	3360	13,6	8	32
33	Бытовое помещени е	10	8	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	3	0,8	10	1	2,2	0,84	200	1,5	1,1	3143	4	Samsung LM2 81D	840	3360	6,9	8	32
34	Туалет	10	4,5	3	0,8	0,2	2	PBH-PC4-RA 12W	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	2,25	10	1	1,6	0,61	75	1,5	1,15	954	1	CL Jazzway 12	930	930	-2,5	12	12
35	Туалет	10	2,6	3	0,8	0,2	2	PBH-PC4-RA 12W	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,3	6	1	1	0,54	75	1,5	1,15	1038	1	CL Jazzway 12	930	930	-9,4	12	12
36	Лестнична я клетка	4,8	4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,8	3,2	1	2	1	1	1,1	0,42	50	1,5	1,1	3771	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-9,9	8	32
37	Электрощ итовая	3,4	2,9	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,1	3,2	1	1,45	1	1	0,8	0,43	50	1,5	1,1	1892	4	Samsung LM2 76D	630	2520	13,2	6	24
38	Кабинет главного инженера	8,5	8,4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	3	1	1,2	1	2,1	0,8	300	1,5	1,1	3682	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-8,7	8	32
39	Приемная	8,5	3,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1,85	10	1	1,3	0,49	300	1,5	1,1	3177	4	Samsung LM2 81D	840	3360	5,8	8	32
40	Кабинет директора	8,5	5,1	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	2	0,95	10	1	1,6	0,61	300	1,5	1,1	3518	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-4,5	8	32
41	Подсобное помещени е	8,5	2,5	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1,25	3	1	1	0,54	100	1,5	1,1	2164	4	Samsung LM2 76D	630	2520	16,5	6	24
42	Зал для переговоро в	8,5	3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1,5	10	1	1,1	0,42	300	1,5	1,1	3005	4	Samsung LM2 81D	840	3360	11,8	8	32

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
43	Кабинет	8,5	2,4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1,2	6	1	0,9	0,49	300	1,5	1,1	3435	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-2,2	8	32
44	Кабинет	8,5	2	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1	6	1	0,8	0,43	300	1,5	1,1	3262	4	Samsung LM2 81D	840	3360	3	8	32
45	Кабинет	8,5	2	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	1	1	6	1	0,8	0,43	300	1,5	1,1	3262	4	Samsung LM2 81D	840	3360	3	8	32
46	Кабинеты	8,5	6	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	3	1,05	3,2	2	1,4	10	1	1,8	0,68	300	1,5	1,1	3713	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-9,5	8	32
47	Коридор	12,4	6,4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	1,4	3,2	2	1,6	8	1	2,1	0,8	75	1,5	1,1	1535	4	Samsung LM2 68D	420	1680	9,4	4	16
48	Лестничная клетка	4,8	4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,8	3,2	1	2	1	1	1,1	0,42	50	1,5	1,1	3771	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-9,9	8	32
49	Коридор	55	3,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	18	0,3	3,2	1	1,85	18	1	1,7	0,65	75	1,5	1,1	2152	4	Samsung LM2 76D	630	2520	17,1	6	24
50	Кабинет	3,7	1,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	2	0,25	3,2	1	0,85	3	1	0,6	0,32	300	1,5	1,1	3243	4	Samsung LM2 81D	840	3360	3,6	8	32
51	Отдел кадров	10	3,6	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,8	10	1	1,3	0,49	300	1,5	1,1	3637	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-7,6	8	32
52	Главный бухгалтер	10	8	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	3	0,8	14	1	2,2	0,84	300	1,5	1,1	3367	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-0,2	8	32
53	Бухгалтерия	10	4,2	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	2,1	10	1	1,5	0,57	300	1,5	1,1	3647	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-7,9	8	32

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
54	Бухгалтерия	10	3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,5	1,0	1	1,2	0,46	30,0	1,5	1,1	32,28	4	Samsung LM2 81D	840	3360	4,1	8	32
55	Касса	10	3,4	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,7	1,0	1	1,3	0,49	30,0	1,5	1,1	34,35	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-2,2	8	32
56	Отдел программного обеспечения	10	3,5	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,75	1,0	1	1,3	0,49	30,0	1,5	1,1	35,36	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-5	8	32
57	Лаборатория	10	3,7	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,85	1,0	1	1,4	0,53	30,0	1,5	1,1	34,56	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-2,8	8	32
58	Лаборатория	10	3,3	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,65	1,0	1	1,2	0,46	30,0	1,5	1,1	35,51	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-5,4	8	32
59	Лаборатория	10	3,1	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,55	1,0	1	1,2	0,46	30,0	1,5	1,1	33,36	4	Samsung LM2 81D	840	3360	0,7	8	32
60	Заместитель директора	10	3,6	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,8	1,0	1	1,3	0,49	30,0	1,5	1,1	36,37	4	Samsung LM2 81D	840	3360	-7,6	8	32
61	Архив	10	4,9	3	0,8	0,2	2	OnLed СПО 600-30/3500	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	2	0,85	3	1	1,6	0,61	75	1,5	1,1	33,14	4	Samsung LM2 81D	840	3360	1,4	8	32
62	Туалет	10	3,5	3	0,8	0,2	2	PBH-PC4-RA 12W	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,75	1,0	1	1,3	0,49	75	1,5	1,15	92,4	1	CL Jazzway 12	930	930	0,6	12	12
63	Туалет	10	3	3	0,8	0,2	2	PBH-PC4-RA 12W	1,6	Д	3,2	4	0,2	3,2	1	1,5	1,0	1	1,2	0,46	75	1,5	1,15	84,4	1	CL Jazzway 12	930	930	10,2	12	12

Для определения мощности освещения необходимо рассчитать активную и реактивную нагрузки, а также полную суммарную мощность освещения (таблица 3.2) по следующим формулам.

Мощность освещения:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2}, \quad (3.1)$$

где активная мощность:

$$P_{\text{осв}} = N P_{\text{ном}} K_c K_{\text{пра}}, \quad (3.2)$$

где N – количество ламп; $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность светильника, кВт;
 K_c – коэффициент спроса, для административных зданий принимается 0,8 [3]; $K_{\text{пра}}$ – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры, для светодиодных ламп $K_{\text{пра(СЛ)}} = 1,3$;

реактивная нагрузка осветительной сети:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.3)$$

где коэффициент мощности: для светодиодных ламп $\cos \varphi_{\text{СЛ}} = 0,9$.

Таблица 3.2 – Расчет нагрузки от светильников

Номер по плану	Наименование помещения	N	$P_{\text{ном}}$, кВт	K_c	$K_{\text{пра}}$	$P_{\text{осв}}$, кВт	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$	$Q_{\text{осв}}$, кВт	$S_{\text{осв}}$, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Лестничная клетка	2	0,016	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
2	Диспетчерская	3	0,024	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
3	Кабинет БДД	14	0,032	0,8	1,3	0,47	0,9	0,48	0,23	0,52
4	Подсобное помещение	3	0,032	0,8	1,3	0,1	0,9	0,48	0,05	0,11
5	Магазин	8	0,032	0,8	1,3	0,27	0,9	0,48	0,13	0,3
6	Склад магазина	2	0,032	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
7	Бытовое помещение	6	0,032	0,8	1,3	0,2	0,9	0,48	0,1	0,22
8	Бытовое помещение	6	0,032	0,8	1,3	0,2	0,9	0,48	0,1	0,22
9	Бытовое помещение	5	0,032	0,8	1,3	0,17	0,9	0,48	0,08	0,19
10	Бытовое помещение	5	0,032	0,8	1,3	0,17	0,9	0,48	0,08	0,19
11	Бытовое помещение	3	0,032	0,8	1,3	0,1	0,9	0,48	0,05	0,11
12	Подсобное помещение	2	0,024	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	Подсобное помещение	2	0,024	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
14	Лестничная клетка	2	0,016	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
15	Электроцех	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
16	Коридор	6	0,016	0,8	1,3	0,1	0,9	0,48	0,05	0,11
17	Тепловой узел	1	0,024	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
18	Подсобное помещение	1	0,032	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
19	Коридор	16	0,024	0,8	1,3	0,4	0,9	0,48	0,19	0,44
20	СПБ	8	0,032	0,8	1,3	0,27	0,9	0,48	0,13	0,3
21	Подсобное помещение	2	0,024	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
22	Продуктовый склад	4	0,032	0,8	1,3	0,13	0,9	0,48	0,06	0,14
23	Банкетное помещение	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
24	Подсобное помещение	3	0,016	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
25	Подсобное помещение	2	0,024	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
26	Туалет	3	0,012	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
27	Санузел	5	0,012	0,8	1,3	0,06	0,9	0,48	0,03	0,07
28	Столовая	12	0,032	0,8	1,3	0,4	0,9	0,48	0,19	0,44
29	Тамбур	1	0,032	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
30	Помещение столовой	8	0,032	0,8	1,3	0,27	0,9	0,48	0,13	0,3
31	Кухня	8	0,032	0,8	1,3	0,27	0,9	0,48	0,13	0,3
32	Гардероб	4	0,032	0,8	1,3	0,13	0,9	0,48	0,06	0,14
33	Бытовое помещение	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
34	Туалет	10	0,012	0,8	1,3	0,12	0,9	0,48	0,06	0,13
35	Туалет	6	0,012	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
36	Лестничная клетка	1	0,032	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
37	Электрощитовая	1	0,024	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
38	Кабинет главного инженера	12	0,032	0,8	1,3	0,4	0,9	0,48	0,19	0,44
39	Приемная	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
40	Кабинет директора	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
41	Подсобное помещение	3	0,024	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
42	Зал для переговоров	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
43	Кабинет	6	0,032	0,8	1,3	0,2	0,9	0,48	0,1	0,22
44	Кабинет	6	0,032	0,8	1,3	0,2	0,9	0,48	0,1	0,22
45	Кабинет	6	0,032	0,8	1,3	0,2	0,9	0,48	0,1	0,22
46	Кабинеты	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
47	Коридор	8	0,016	0,8	1,3	0,13	0,9	0,48	0,06	0,14
48	Лестничная клетка	1	0,032	0,8	1,3	0,03	0,9	0,48	0,01	0,03
49	Коридор	18	0,024	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
50	Кабинет	3	0,032	0,8	1,3	0,1	0,9	0,48	0,05	0,11
51	Отдел кадров	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
52	Главный бухгалтер	14	0,032	0,8	1,3	0,47	0,9	0,48	0,23	0,52
53	Бухгалтерия	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
54	Бухгалтерия	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
55	Касса	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
56	Отдел программного обеспечения	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
57	Лаборатория	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
58	Лаборатория	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
59	Лаборатория	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
60	Заместитель директора	10	0,032	0,8	1,3	0,33	0,9	0,48	0,16	0,37
61	Архив	3	0,032	0,8	1,3	0,1	0,9	0,48	0,05	0,11
62	Туалет	10	0,012	0,8	1,3	0,12	0,9	0,48	0,06	0,13
63	Туалет	10	0,012	0,8	1,3	0,12	0,9	0,48	0,06	0,13
ИТОГО						12,39			5,95	13,72

Планы осветительных сетей 1-го и 2-го этажей представлены на рисунках 3.3-3.4.



Рисунок 3.5 – План осветительной сети, 1 этаж

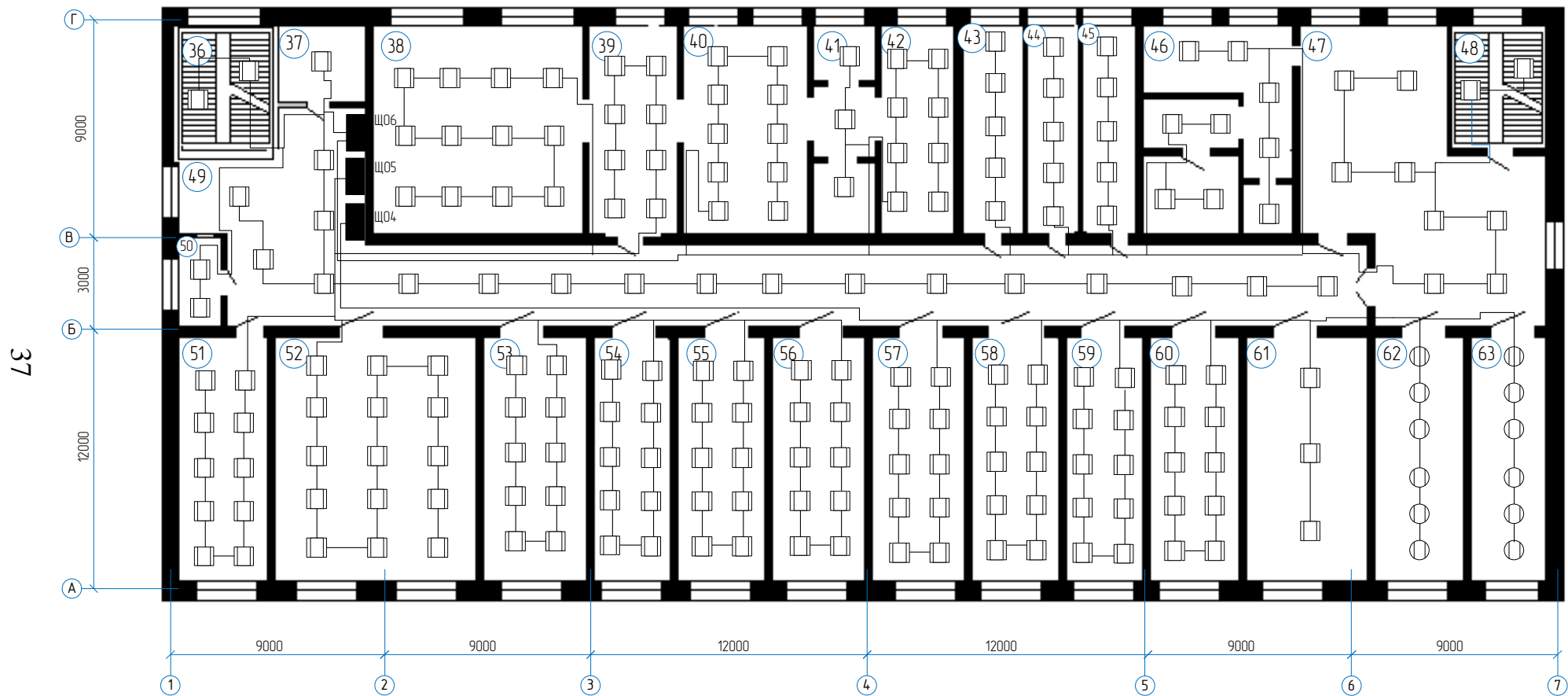


Рисунок 3.6 – План осветительной сети, 2 этаж

Светильники аварийного (эвакуационного освещения) принимаются из того же числа выбранных светильников, т.к. каждый из них снабжен устройством БАП, которое обеспечивает автономное питание (горит небольшое количество диодов при отключении основного питания).

3.2 Электротехнический расчет системы освещения

Распределение светильников по фазам по длине групповой линии выполняется для снижения потерь мощности и напряжения в проводе, снижения ущерба при исчезновении напряжения в одной из фаз. В связи с этим светильники в каждой линии распределяем по фазам, чередуя их в группе, т.е. согласно последовательности А-В-С-С-В-А-В-А-С-... и т.д., повторяя цикл.

Момент осветительной нагрузки определяют по выражению:

$$M = \sum P_i \cdot l_i, \quad (3.4)$$

Потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot s}, \quad (3.5)$$

где $K_c = 72$ – для сети 380/220 В при медных проводниках [23], для трехфазной системы сети с нулем.

Для прокладки электрических сетей освещения принимаем медные кабели марки ВВГнг-LS трехжильные с негорючей оболочкой, практически не поддерживающей горение.

Максимальный расчетный ток в трехфазной сети, А:

$$I_{p\ o} = \frac{P_{p\ o}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi}, \quad (3.6)$$

где $P_{p\ o}$ – расчетная нагрузка;

U_n – напряжение на лампах, В;

$\cos \phi$ – коэффициент мощности ламп.

Если взять самую протяженную линию коридора 2-го этажа, где сосредоточено 18 светильников (см. таблицу 3.1) в одну световую линию, то максимальный расчетный ток данного присоединения составит по формуле (3.6):

$$I_{p\ o} = \frac{0.45}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.9} = 1.31 \text{ А.}$$

Принимаем кабель типа ВВГнг-LS 3x2,5 с сечением основной жилы

$s = 2,5 \text{ мм}^2$ и допустимым током 25 А для групповой сети и на вводе в каждый ЩО кабель типа ВВГнг LS 5x2,5 с сечением основной жилы $s = 2,5 \text{ мм}^2$ и допустимым током 25 А (максимальный ток на вводе в ЩО при количестве групп до 9 составит не более $1,31 \cdot 9 = 11,79 \text{ А}$. Т.е. очевидно, что по нагреву условие выбора каждого кабеля будет выполняться для любого щитка, поскольку прослеживается достаточно большой запас по току.

Момент нагрузки для самой длинной линии коридора второго этажа в 50 м:

$$M = 50 \cdot 0,45 = 22,5 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самую нагруженную группу ЩО-6:

$$\Delta U_1 = \frac{22,5}{72 \cdot 2,5} = 0,125\%.$$

Проверим потери напряжения в кабеле, питающем самый удаленный ЩО-6, которые составят

$$M_P = P_L \cdot N_{Л.Р.} \cdot \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.7)$$

где $N_{Л.Р.}$ - число светильников в одном ряду;

P_L - мощность одного светильника;

L_1 - длина участка линии от осветительного щитка до первого светильника; L_2 - длина участка линии от осветительного щитка до последнего светильника.

Определяем максимальный момент нагрузки для одной фазы:

$$M_{max} = 0,032 \cdot 18 \cdot \left(16 + \frac{50}{2} \right) = 23,616 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самый нагруженный ЩО-6:

$$\Delta U_2 = \frac{23,616}{72 \cdot 2,5} = 0,131\%.$$

Проверим суммарные потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0,125 + 0,131 = 0,256 \% < 5\%.$$

Условие выполняется.

3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ

Суммарная мощность административного здания нефтебазы:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{охл.}} + P_{\text{тепл.}} + P_{\text{проч.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) \text{ кВт}, \quad (3.8)$$

где K - коэффициент одновременности максимума;

$P_{\text{роз.}}$ - мощности розеточной группы;

$P_{\text{осв.}}$ - мощность осветительной нагрузки ;

$P_{\text{охл.}}$ - мощность систем охлаждения;

$P_{\text{тепл.}}$ - мощность тепловой нагрузки;

$P_{\text{проч.}}$ - мощность прочей нагрузки.

Расчет осветительной нагрузки из таблицы 2.2:

$$P_{\text{освет.нагр.}} = P_{\text{освет.}} = 12,39 \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

где $P_{\text{освет.}}$ – мощность осветительной нагрузки с учетом коэффициента спроса.

Расчет мощности розеточных групп:

$$P_{\text{роз.гр}} = P_{\text{уд.р}} \cdot n \cdot K_c = 0,06 \cdot 124 \cdot 0,4 = 2,976 \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

где $P_{\text{уд.р}}$ – установленная мощность розетки, принимаемая 0,06 кВт;

n – число розеток (54 – 1 этаж, 70 – 2 этаж).

$K_c=0,4$ – расчетный коэффициент спроса, [14, табл.7.9].

Расчет силового оборудования:

$$P_{\text{сил.охл.}} = P_{\text{хол.конд.}} \cdot K_c = 45,2 \cdot 0,6 = 27,12 \text{ кВт}, \quad (3.11)$$

где $P_{\text{хол.конд.}}$ – суммарная мощность систем охлаждения.

$K_c=0,6$ – расчетный коэффициент спроса, [14,табл.7.9].

$$P_{\text{сил.тепл}} = P_{\text{тепл.}} \cdot K_c = 31 \cdot 0,8 = 24,8 \text{ кВт}, \quad (3.12)$$

где $P_{\text{тепл.}}$ – суммарная мощность тепловой нагрузки.

$K_c=0,8$ – расчетный коэффициент спроса, [14,табл.7.9].

$$P_{\text{сил.пр.обор.}} = P_{\text{пр.обор.}} \cdot K_c = 63,375 \cdot 0,6 = 38,025 \text{ кВт}, \quad (3.13)$$

где $P_{\text{пр.обор.}}$ – суммарная мощность прочих приборов.

Определяем электрической нагрузки ЭП в целом по зданию:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{охл.}} + P_{\text{тепл.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) =$$

$$= 0,85 \cdot (2,976 + 12,39 + 27,12 + 24,8 + 38,025) = 89,52 \text{ кВт.}$$

Таким образом, для выбора вводного кабеля ВРУ здания известна расчетная нагрузка, которая, очевидно, является не простой суммой составляющих нагрузок.

3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов первого уровня электроснабжения

Расчетную нагрузку, создаваемую одним приемником электроэнергии принимают равной номинальной мощности приемника. По этой нагрузке выбираем сечение питающей линии и коммутационно защитную аппаратуру.

Для термических установок коэффициент кратности пуска принимаем равным 1, для прочего оборудования, насосов, вентиляторов, кондиционеров – 5, для холодильных и морозильных машин – 3.

Расчет первого уровня электроснабжения на примере ЭП №1:

Вентилятор вытяжной ШХ-0,5; $P=0,055 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,8$; $U=220 \text{ В}$; $K=5$

Определим полную мощность электропотребителя:

$$S = P / \cos\varphi, \text{ кВА} \tag{3.18}$$

$$S = 0,055 / 0,8 = 0,07 \text{ кВА.}$$

Определим расчетный ток электропотребителя:

$$I_p = S / U, \text{ А} \tag{3.19}$$

$$I_p = 0,07 / 220 \cdot 1000 = 0,31 \text{ А}$$

Определим ток пусковой электропотребителя:

$$I_{\text{пуск}} = I_p \cdot K, \text{ А}$$

где K - кратность пускового тока.

$$I_{\text{пуск}} = 0,31 \cdot 5 = 1,55 \text{ А.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных электроприемников, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет первого уровня электроснабжения

№	Наименование ЭП	$P_{ном}$ кВт	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_{p1} кВт	Q_{p1} кВар	S_{p1} кВА	I_p , А	$I_{пуск}$, А
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12
1	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	0,8	0,75	0,055	0,04	0,07	0,31	1,55
2	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	0,8	0,75	0,055	0,04	0,07	0,31	1,55
3	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	0,8	0,75	0,055	0,04	0,07	0,31	1,55
4	Плита индукционная на 6 конфорок ИПП-610134	21	0,95	0,33	21	6,93	22,11	33,59	167,95
5	Тестомесильная машина с подкатной дежкой «Прима-300»	17,6	0,85	0,62	17,6	10,91	20,71	31,46	157,30
6	Конвекционная печь «Фотон» 1,5-01	10	0,95	0,33	10	3,3	10,53	15,99	79,95
7	Овощерезка Robot Coupe CL60	1,5	0,85	0,62	1,5	0,93	1,76	8,02	40,10
8	Холодильный шкаф S 220 Ugur	3,5	0,65	1,17	3,5	4,1	5,39	24,48	122,40
9	Холодильный шкаф S 220 SD Ugur	4,6	0,65	1,17	4,6	5,38	7,08	32,17	160,85
10	Холодильный шкаф 350 BGC Снеж	2	0,65	1,17	2	2,34	3,08	13,99	69,95
11	Холодильный шкаф Капри П-390 М МариХолодМаш	3,6	0,65	1,17	3,6	4,21	5,54	25,17	125,85
12	Холодильный шкаф POLAIR DM102-Bravo	4,3	0,65	1,17	4,3	5,03	6,62	30,07	150,35
13	Шкаф шоковой заморозки Polair CR10-G	6,1	0,7	1,02	6,1	6,22	8,71	39,61	198,05
14	Морозильная камера Атлант М-7201-100	2,4	0,7	1,02	2,4	2,45	3,43	15,58	77,90
15	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
16	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
17	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
18	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
19	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
20	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
21	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
22	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
23	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
24	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
25	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	0,8	0,75	0,055	0,04	0,07	0,31	1,55
26	Вентилятор вытяжной 1,85ЭВ-6,0-14-220ВМ	0,055	0,8	0,75	0,055	0,04	0,07	0,31	1,55
27	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	-
28	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
29	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
30	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
31	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
32	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
33	Кондиционер LERAN AC-900	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
34	Насос водяной NB 65-200/198	22	0,85	0,62	22	13,64	25,89	39,32	196,60
35	Насос водяной NB 65-200/198	22	0,85	0,62	22	13,64	25,89	39,32	196,60

3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения

Планы силовых сетей 1-го и 2-го этажей административного здания представлены соответственно на рисунках 3.5-3.6.

Определение нагрузки создаваемой группой электроприемников присоединенных к силовому щиту производится для выбора сечения линии питающей эту группу и коммутационно защитной аппаратуры. Расчет мощности электроприемников на силовом щите осуществляется по формуле:

$$P_{рас} = K_c \cdot P_{\Sigma_{уст.}} \text{ В,} \quad (3.20)$$

где K_c определяется по [14, табл.7.9].

Расчет электроснабжения для щита ЩС-4 линии 3:

ЭП №4: $P_1=1,1$ кВт ; $K_c=0,8$; $\cos\varphi =0,8$; $U=220$ В.

ЭП №5: $P_1=1,1$ кВт ; $K_c=0,8$; $\cos\varphi =0,8$; $U=220$ В.

ЭП №6: $P_1=1,1$ кВт ; $K_c=0,8$; $\cos\varphi =0,8$; $U=220$ В.

Определим суммарную мощность электроприёмников :

$$P_{сумм} = P_1 + P_2 + P_3, \text{Вт} \quad (3.21)$$

$$P_{сумм} = 1,1 + 1,1 + 1,1 = 3,3 \text{ Вт}$$

Определим расчетную мощность:

$$P_{рас} = 0,8 \cdot 3,3 = 2,64 \text{ кВт.}$$

Определим полную расчетную мощность:

$$S_{рас} = P_{рас} / \cos\varphi, \text{кВА} \quad (3.22)$$

$$S_{рас} = 2,64 \cdot 10^3 / 0,8 = 3,11 \text{ кВА}$$

Определим расчетный ток:

$$I_{рас} = S_{рас} / U, \text{ А} \quad (3.23)$$

$$I_{рас} = 3,11 \cdot 10^3 / 220 = 14,14 \text{ А}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных линий ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3, ЩС-4 полученные результаты расчетов сведем в таблицу 2.4.

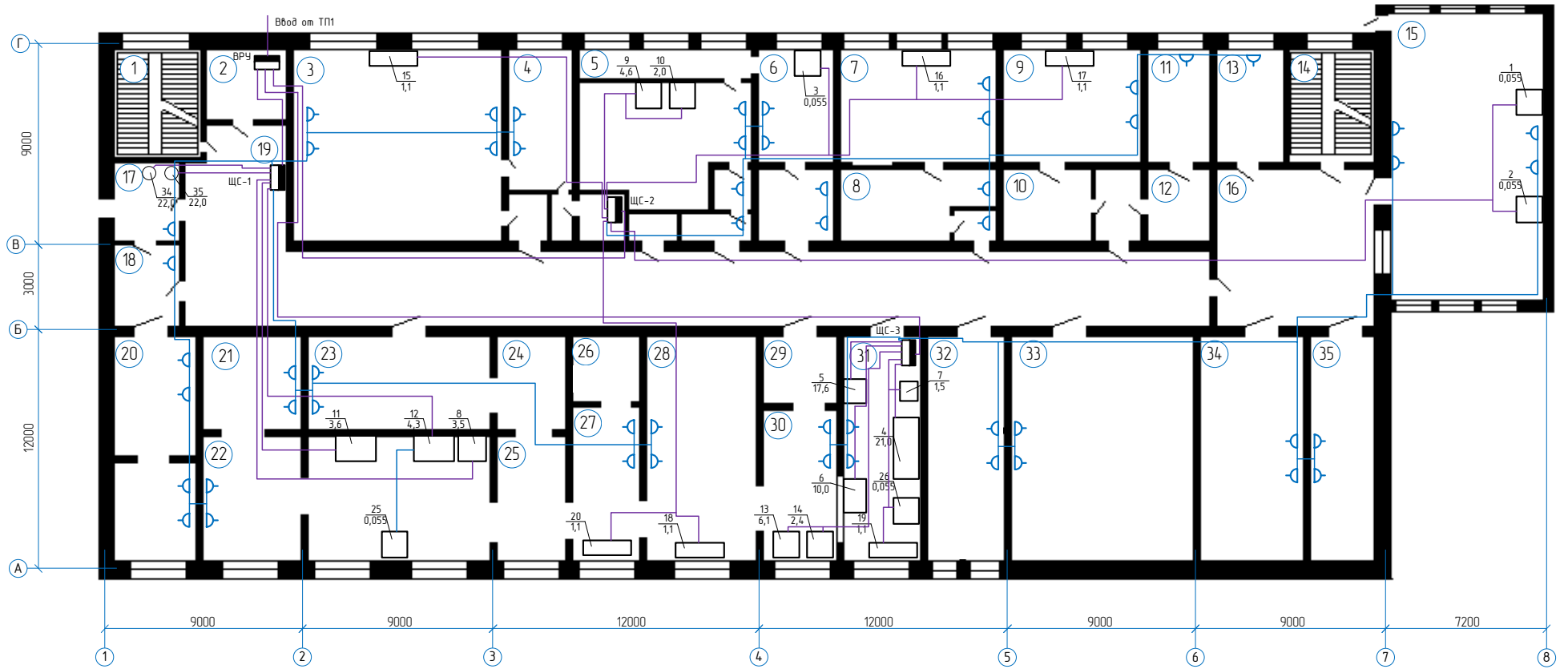


Рисунок 3.5 – План силовой сети, 1 этаж

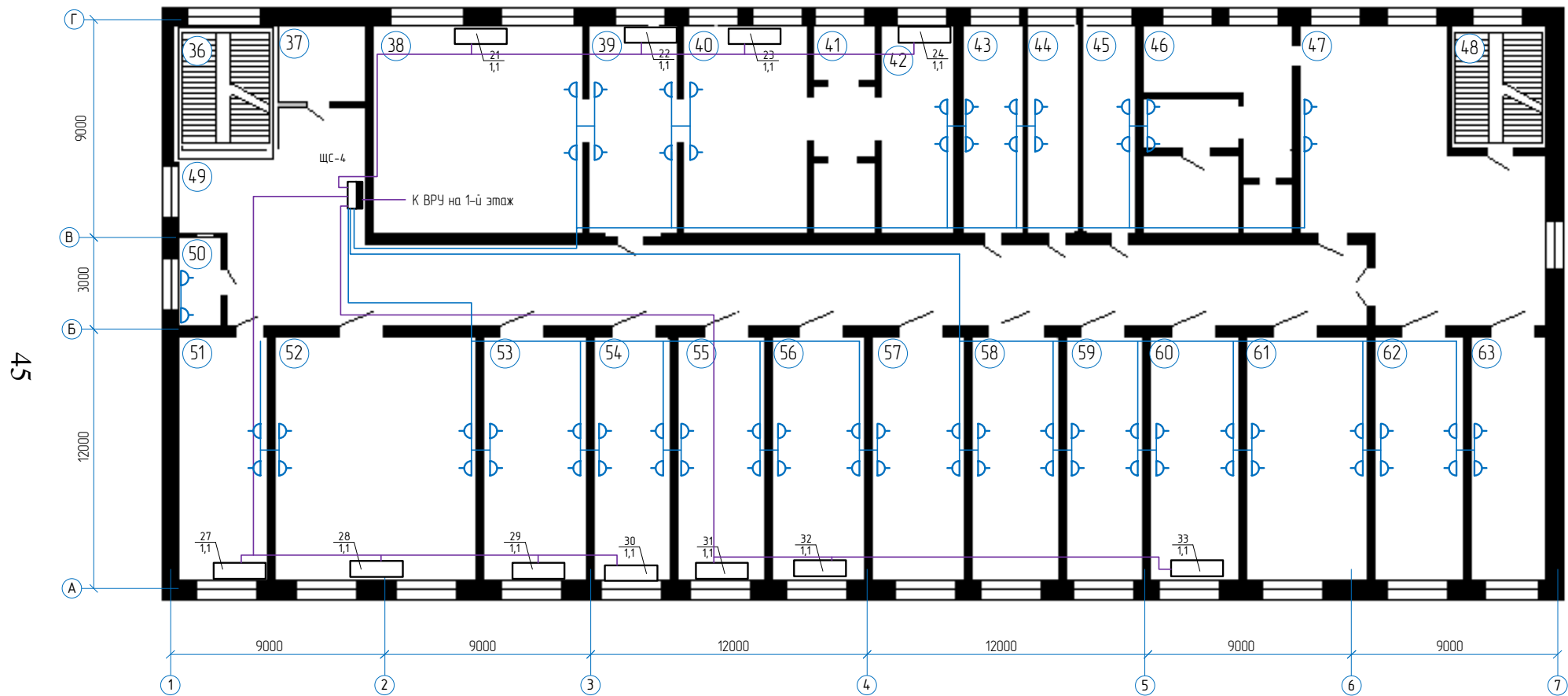


Рисунок 3.6 – План силовой сети, 2 этаж

Таблица 3.4 – Расчет второго уровня электроснабжения

№ линии ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП n, шт	P, кВт	Kс	P _{расч} , кВт	Срасч, кВА	Iр, А
1	2	3	4	5	6	7	8
ЩС-1							
Линия 1	34	1	22	1	22	24,44	111,09
Линия 2	35	1	22	1	22	24,44	111,09
Линия 3	роз. группа	22	0,06	1	1,32	1,47	6,68
Линия 4	12	1	4,3				
	25	1	0,055				
	итого	2	4,355	0,8	3,484	3,87	17,59
Линия 5	11	1	3,6	1	3,6	4	18,18
Линия 6	8	1	3,5	1	3,5	3,89	17,68
ЩС-2							
Линия 1	18	1	1,1				
	20	1	1,1				
	итого	2	2,2	0,8	1,76	1,96	8,91
Линия 2	1	1	0,055				
	2	1	0,055				
	итого	2	0,11	0,8	0,088	0,1	0,45
Линия 3	роз. группа	8	0,06	1	0,48	0,53	2,41
Линия 4	9	1	4,6				
	10	1	2				
	итого	2	6,6	0,8	5,28	5,87	26,68
Линия 5	3	1	0,055				
	15	1	1,1				
	итого	2	1,155	0,8	0,924	1,03	4,68
Линия 6	16	1	0,055				
	17	1	0,055				
	итого	2	0,11	0,8	0,088	0,1	0,45
ЩС-3							
Линия 1	13	1	6,1				
	14	1	2,4				
	итого	2	8,5	0,8	6,8	7,56	34,36
Линия 2	13	1	1,1				
	14	1	1,1				
	итого	2	2,2	0,8	1,76	1,96	8,91
Линия 3	19	1	1,1				
	26	1	0,055				
	итого	2	1,155	0,8	0,924	1,03	4,68
Линия 4	4	1	21				
	7	1	1,5				
	итого	2	22,5	0,8	18	20	90,91
Линия 6	роз. группа	12	0,06	1	0,72	0,8	3,64
ЩС-4							
Линия 1	21	1	1,1				
	22	1	1,1				
	23	1	1,1				
	24	1	1,1				
	итого	4	4,4	0,8	3,52	4,14	18,82
Линия 2	27	1	1,1				
	28	1	1,1				
	29	1	1,1				
	30	1	1,1				
	итого	4	4,4	0,8	3,52	4,14	18,82
Линия 3	31	1	1,1				
	32	1	1,1				
	33	1	1,1				
	итого	3	3,3	0,8	2,64	3,11	14,14
Линия 4	роз. группа	24	0,06	1	1,44	1,6	7,27
Линия 5	роз. группа	26	0,06	1	1,56	1,73	7,86
Линия 6	роз. группа	22	0,06	1	1,32	1,47	6,68

3.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам

При включении однофазного ЭП на фазное напряжение он учитывается в графе 2 (таблица 3.5) как эквивалентный трехфазный ЭП номинальной мощностью [9]

$$p_n = 3p_{н.о}; q_n = 3q_{н.о}, \quad (3.24)$$

где $p_{н.о}$, $q_{н.о}$ - активная и реактивная мощности однофазного ЭП.

При включении однофазного ЭП на линейное напряжение он учитывается как эквивалентный ЭП номинальной мощностью [9]

$$p_n = \sqrt{3}p_{н.о}; q_n = \sqrt{3}q_{н.о}, \quad (3.25)$$

При наличии группы однофазных ЭП, которые распределены по фазам с неравномерностью не выше 15% по отношению к общей мощности трехфазных и однофазных ЭП в группе, они могут быть представлены в расчете как эквивалентная группа однофазных ЭП с той же суммарной номинальной мощностью. В случае превышения указанной неравномерности номинальная мощность эквивалентной группы однофазных ЭП принимается равной тройному значению мощности наиболее загруженной фазы [9]. Более детальная информация о расчете однофазных нагрузок приводится в [2].

Результат расчета однофазных нагрузок представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам (результат расчета однофазных нагрузок)

Исходные данные						Вариант симметрирования нагрузки									Расчетные величины																			
№	Наименование узлов питания, групп электроприемников, номинальное напряжение и ПВ%	Число приемников n	Номинальная мощность, кВт		Коэффициент использования K_u	Коэффициент реактивной мощности		Номинальная мощность однофазных приемников, включенных:						Коэффициенты приведения			Номинальная мощность P_n , приведенная к фазам (кВт):	Средние нагрузки						Токи в фазах, А			$n p^2_{\text{эгр}}$							
			P_n	общая $P_n = \sum(P_{n,i})$		$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$	на фазное напряжение, кВт			на линейное напряжение, кВт			линейной нагрузки к фазе	для мощности			$P_{\text{ср}}$, кВт			$Q_{\text{ср}}$, кВАр			a	b	c								
								a	b	c	ab	bc	ca		p	q		a	b	c	a	b	c											
			min	max		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	25	26	27		28	29	30	31			
5	Вентилятор вытяжной 1-3,25,26 включенные на фазное напряжение 220 В	5	0,055	0,275	0,6	0,8	0,75	0,11	0,11	0,055	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!						0,11	0,11	0,055	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,015125	
6	Шкафы холодильные 8-14, включенные на фазное напряжение 220 В	7	6,1	26,5	0,5	0,65	1,17	8,1	8,1	10,3	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!						8,1	8,1	10,3	4,1	4,1	5,2	4,7	4,7	6,0							100,3214		
7	Кондиционеры 15-24,27-33, включенные на фазное напряжение 220 В	17	1,1	18,7	0,4	0,8	0,75	5,5	7,7	5,5	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!						5,5	7,7	5,5	2,2	3,1	2,2	1,7	2,3	1,7							20,57		
9	Овощерезка 7 включенные на фазное напряжение 220 В	1	1,5	1,5	0,6	0,85	0,62	1,5			ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!						1,5	0	0	0,9	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0							2,25		
Итого однофазная нагрузка		30	0	6,1	46,975				1,5	0	0	#####	#####	#####				15,2	15,9	15,9	7,2	7,2	7,4	7,0	7,1	7,7	43,7	43,9	46,4			123,2		
Несимметрия токов фаз - 6,1 %						Неравномерность загрузки фаз $\leq 15\%$, такую нагрузку можно считать симметричной. Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП представляется в расчете (форма Ф636-92) как сумма всех однофазных нагрузок.																												
Трехфазная нагрузка		0	0	0	0,55		0,64	Данные в этой строке таблицы заносятся из итоговой строки расчета симметричных трехфазных силовых ЭП формы Ф636-92 "Расчет электрических нагрузок"										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего		30			47,0													7,2	7,2	7,4	7,0	7,1	7,7	43,7	43,9	46,4								
Несимметрия токов фаз с учетом трехфазных ЭП - 6,1 %						Неравномерность загрузки фаз $\leq 15\%$, такую нагрузку можно считать симметричной. Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП представляется в расчете (форма Ф636-92) как сумма всех однофазных нагрузок.																												
Результаты расчетов эквивалентное трехфазной нагрузки узла ЭП для однофазных нагрузок, включаемых на линейное и фазное напряжения (для переноса результатов в форму Ф636-92)																																		
Наименование групп электроприемников		Число приемников n	Номинальная мощность, кВт		Коэффициент использования K_u	Коэффициент реактивной		Средние нагрузки			$n p^2_{\text{эгр}}$	<p>Для групп с однофазными и трехфазными электроприемниками эффективное число определяется по точной формуле:</p> $n_3 = \frac{(\sum P_{n,3i} + \sum P_{n,oi})^2}{\sum P_{n,3i}^2 + \sum P_{n,oi}^2}$ <p>где $\delta_{i,3i}$ – номинальная нагрузка 3-фазного электроприемника; $\delta_{i,oi}$ – эквивалентная номинальная нагрузка однофазного электроприемника наиболее загруженной фазы.</p>																						
Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП для расчетов по форме Ф636-92			30	0		6,1	47,0	0,46	1	21,8																						21,8	123,2	
Эффективное число однофазных электроприемников (без 3-х фазных)																																		
		По точной формуле $\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$			$n_3 = 17,92$	Если $K_u > 0,2$ и $m = P_{n,max}/P_{n,min} \leq 3$			$m = 110,9$	$n_3 = \text{ЛОЖЬ}$																						иначе по приближенной формуле $n_3 = 2 \cdot \sum P_{n,i} / (3 \cdot P_{n,max})$		

3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта

3.5.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата

Произведем выбор питающих кабельных линий.

Расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot n} \text{ А}, \quad (3.26)$$

где n – число линий;

S_p - полная расчетная электрическая нагрузка, кВт;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение линии, кВ.

Для питающей кабельной линии (от ТП) определяем расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{89,52}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 1} = 136 \text{ А}.$$

Выбираем 1 кабель для потребителя III категории для питания здания по расчетному току после аварийного режима типа ВВГнг 4х240 с допустимым током $I_{доп}=420 \text{ А}$ [22,табл.1.3.13].

3.5.2 Выбор ВРУ и вводного автомата

ВРУ выбирается по числу отходящих линий и номинальному току. Для административного здания выбран в качестве ВРУ шкаф ВРУ-8504 и вводной автомат типа ВА57-Ф35 на номинальный ток 400 А.

Ток срабатывания автоматического выключателя должен быть согласован с максимально допустимым длительным током линии при выполнении условия:

$$I_p \leq K_{с.н} \cdot I_{доп}, \quad (3.27)$$

где I_p - расчетный ток линии, А;

$I_{доп}$ - длительно допустимый ток проводника, А;

$K_{с.н}$ - прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля который равен 0,95 [7].

$$116,18 \leq 0,95 \cdot 192 \text{ А};$$

$$116,18 \leq 182,4 \text{ А}.$$

Соответствия выбранному защитному устройству:

$$K_{с.н} \cdot I_{доп} \geq K_{защ.} \cdot I_3 , \quad (3.28)$$

где I_3 - параметр защитного устройства, А;

$K_{защ}$ - коэффициент защиты который равен 1, представляющий собой отношения длительного тока для провода или кабеля к параметру защитного устройства [7, таб.7.6]

$$\begin{aligned} 0,95 \cdot 192 &\geq 1 \cdot 160, \\ 182,4 &\geq 160 \text{ А.} \end{aligned}$$

Прокладку кабеля внешнего электроснабжения будем производить в траншее в гофрированной двустенной трубе из ПВХ/ПНД пластиката. Это обеспечит достаточную механическую защиту кабеля. Глубина заложения кабеля от планировочной отметки должна быть не менее 0,7 м. Прокладку кабеля внутри объекта выполним в гофрированной трубе.

3.6 Выбор коммутационных аппаратов

Выбор автоматических выключателей производим по условию:

а) по номинальному току:

$$I_{ср.рас} \geq I_p , \quad (3.29)$$

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

б) по номинальному току теплового расцепителя:

$$I_{НОМ.Т.В} \geq K_n \cdot I_p, \quad (3.30)$$

где $I_{НОМ.Т.В}$ – номинальный ток срабатывания токовой отсечки, А;

$K_n = 1,1$ – коэффициент надежности.

в) Защиты автомат и защищаемая линия, должны быть согласованны по условию:

$$I_{ср.рас} \geq I_3 , \quad (3.31)$$

$$I_{ср.рас} = \frac{K_{ус.прок} \cdot I_{доп}}{K_{защ}} \quad (3.32)$$

где $K_{ус.прок}$ – прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля [7],

$I_{доп}$ – длительный ток кабеля, А;

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

I_3 - ток срабатывания автомата.

Выбор вводных автоматов на силовой пункт сведем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Выбор вводных автоматов на силовой пункт

№	Ip, А	Сечение кабеля	Ином, А	Кус.п рок.	Кзащ	Иср.рас, А	Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Уставка по току срабатывания, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ВРУ	136	240	420	0,95	1	380	ВА57Ф35	400	2000
ЩС-1	122,31	70	185	0,95	1	152	ВА57Ф35	100	500
ЩС-2	43,58	10	50	0,95	1	47,5	ВА57Ф35	160	800
ЩС-3	142,5	70	185	0,95	1	152	ВА57Ф35	100	500
ЩС-4	73,59	35	115	0,95	1	95	ВА57Ф35	25	100
ЩО-1	10,29	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	160
ЩО-2	9,01	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	100
ЩО-3	8,66	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	100
ЩО-4	11,05	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	160
ЩО-5	10,24	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	160
ЩО-6	11,79	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	160

Выбор автоматов защиты отходящих линий сведен в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Выбор автоматов защиты отходящих линий

№ линии	Ip, А	Марка кабеля	Идо п,А	Кус. прок.	Кзащ	Иср.рас, А	тип автомата	номинальный ток выключателя, А	отключающая способность, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЩС-1									
линия 1	111,09	ВВГнгLS - 3x240	420	0,95	1	399	ВА 47-63	400	25000
линия 2	111,09	ВВГнгLS - 3x240	420	0,95	1	399	ВА 47-63	400	25000
линия 3	6,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	17,59	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 5	18,18	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 6	17,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
ЩС-2									
линия 1	8,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	0,45	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	2,41	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	26,68	ВВГнгLS - 3x10	50	0,95	1	47,5	ВА 47-29	50	8000
линия 5	4,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 6	0,45	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
ЩС-3									
линия 1	34,36	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	8,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	4,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	90,91	ВВГнгLS - 3x25	105	0,95	1	97,5	ВА 47-29	100	10000
линия 5	3,64	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
ЩС-4									
линия 1	18,82	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	18,82	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	14,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000

Окончание таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
линия 4	7,27	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	7,86	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	6,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
ЩО-1									
линия 1	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 3	1,14	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
ЩО-2									
линия 1	1,14	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 3	0,91	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
ЩО-3									
линия 1	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 2	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 3	0,96	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
ЩО-4									
линия 1	1,14	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 3	0,91	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	1,14	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
ЩО-5									
линия 1	1,14	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 3	1,14	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	0,91	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
ЩО-6									
линия 1	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 2	0,91	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 3	2,51	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 4	0,46	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 5	0,96	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 5x2,5	25	0,95	1	23,75	BA 47-29	25	6000

3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции

Сечение провода определяем по условию, аналогично пункту 3.1.

Выбор сечений кабельной линии, питающих силовые пункты сведем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

№	I _p , А	Марка кабеля	I _{доп} , А	г _{уд.кл.} , Ом/км	х _{уд.кл.} , Ом/км
1	2	3	4	5	6
ВРУ	136	ВВГнгLS 5x240	420	0,129	0,0587
ЩС-1	122,31	ВВГнгLS 5x70	185	0,443	0,0612
ЩС-2	43,58	ВВГнгLS 5x10	50	3,1	0,073
ЩС-3	142,5	ВВГнгLS 5x70	185	0,443	0,0612
ЩС-4	73,59	ВВГнгLS 5x35	115	0,89	0,0637
ЩО-1	10,29	ВВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-2	9,01	ВВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-3	8,66	ВВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-4	11,05	ВВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-5	10,24	ВВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-6	11,79	ВВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116

Выбор сечений кабельной линии, отходящих от щитков до отдельных потребителей, сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

№ линии	I _p , А	Марка кабеля	I _{доп} , А	г _{уд.кл.} , Ом/км	х _{уд.кл.} , Ом/км
1	2	3	4	5	6
ЩС-1					
линия 1	111,09	ВВГнгLS - 3x240	420	0,129	0,0587
линия 2	111,09	ВВГнгLS - 3x240	420	0,129	0,0587
линия 3	6,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	17,59	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	18,18	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	17,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-2					
линия 1	8,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	0,45	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	2,41	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	26,68	ВВГнгLS - 3x10	50	3,1	0,073
линия 5	4,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,45	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-3					
линия 1	34,36	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	8,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	4,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	90,91	ВВГнгLS - 3x25	25	7,4	0,116
линия 5	3,64	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-4					
линия 1	18,82	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	18,82	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	14,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	7,27	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	7,86	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	6,68	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-1					
линия 1	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116

Окончание таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6
линия 3	1,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-2					
линия 1	1,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	0,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-3					
линия 1	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	0,96	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-4					
линия 1	1,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	0,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	1,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-5					
линия 1	1,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	1,14	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-6					
линия 1	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	0,91	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	2,51	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	0,46	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,96	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,96	ВВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116

Прокладка кабелей на розеточные группы оборудования осуществляется в потолке в гофре и спуски с потолка осуществляются в пенал канале, на кассовые аппараты спуски с потолка осуществляются в трубе. Розетки устанавливаются на высоте 0,9 м от пола.

Прокладка кабелей на силовое оборудование осуществляется в потолке в лотках, кабель проложен в гофре и спуски с потолка осуществляются в пенал канале.

3.8 Выбор прочих электрических устройств

Распределительные пункты выбираем исходя из количества присоединений и рабочего тока самого пункта (таблица 3.10) [15, с. 187].

Таблица 3.10 – Выбор распределительных пунктов и щитков освещения

Наименование	Расчетный ток, А	Тип СП	Допустимый ток, А	Количество присоединений СП
ЩС-1	122,31	ПР11-3094-54у3	160	8
ЩС-2	43,58	ПР11-3024-54у3	50	8
ЩС-3	142,5	ПР11-3074-54у3	160	8
ЩС-4	73,59	ПР11-3054-54у3	80	8
ЩО-1	10,29	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-2	9,01	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-3	8,66	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-4	11,05	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-5	10,24	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-6	11,79	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9

3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

Расчет токов КЗ ниже 1000 В, как правило, вводится в именованных единицах. Особенностью расчетов КЗ в сетях ниже 1000 В является тот факт, что необходимо учитывать сопротивления дуги и трансформатора тока. На автоматах для этой цели вводится дополнительное сопротивление, величина которого зависит от места возникновения КЗ (рисунок 3.7).

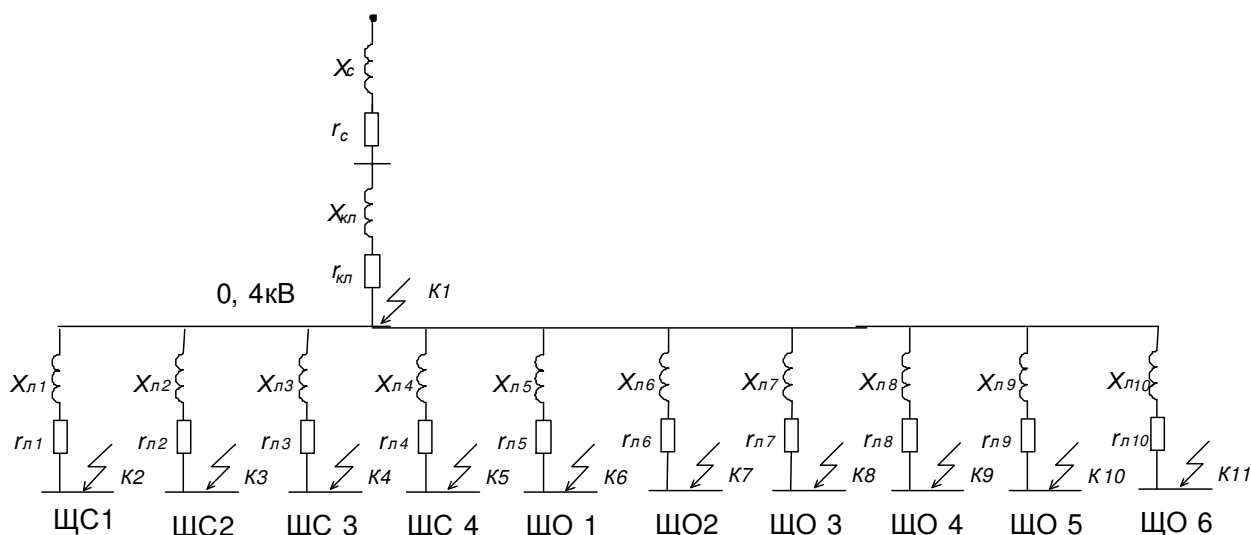


Рисунок 3.7 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Для кабеля КЛ марки ВВГнг LS 5х240 протяженностью $L_{кл}=60$ м по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

Активное сопротивление: $R_{уд.кл} = 0,129$ Ом/км

Реактивное сопротивление: $X_{уд.кл} = 0,0587$ Ом/км

$$R_{л} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.33)$$

$$R_{л} = 0,129 \cdot 60 = 7,74 \text{ мОм}$$

$$X_{л} = X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.34)$$

$$X_{л} = 0,0587 \cdot 60 = 3,522 \text{ мОм}$$

Аналогично для кабеля Л1 марки ВВГнг LS 5x70 протяженностью $L_{л1}=10\text{м}$ по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

Активное сопротивление: $R_{уд.кл} = 0,443 \text{ Ом/км}$

Реактивное сопротивление: $X_{уд.кл} = 0,0612 \text{ Ом/км}$

$$R_{л1} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм};$$

$$R_{л1} = 0,443 \cdot 10 = 4,43 \text{ мОм};$$

$$X_{л1} = X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм};$$

$$X_{л1} = 0,0612 \cdot 10 = 0,612 \text{ мОм}.$$

В качестве сопротивления системы в данном случае будут являться сопротивления трансформатора типа ТМ-630/10, т.к. для сетей 0,4 кВ именно такие трансформаторы являются источником питания, а питающая его линия и далее сопротивления верхних уровней электроснабжения оказывают малое влияние на величину тока к.з. в сети 0,4 кВ ввиду достаточно большой их электрической удаленности [11].

Таким образом, определяем сопротивления трансформатора по формулам [11]:

$$r_{тр} = \frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6; \quad (3.35)$$

$$x_{тр} = \sqrt{\left(\frac{U_{к}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}}\right)^2} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6. \quad (3.36)$$

$$r_{тр} = \frac{5,5}{630} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 2,217 \text{ мОм};$$

$$x_{тр} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{7,6}{630}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 13,628 \text{ мОм}.$$

$$R_c = r_{тр} = 2,217 \text{ мОм};$$

$$X_c = x_{тр} = 13,628 \text{ мОм}.$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$\begin{aligned} X_{\Sigma} &= X_{л} + X_{л1} + X_{с}, \\ X_{\Sigma} &= 3,522 + 0,612 + 13,628 = 17,762 \text{ мОм}. \end{aligned} \quad (3.35)$$

Суммарное активное сопротивление должно учитывать переходные сопротивления контактов. Для этой цели в расчет вводят добавочное сопротивление, которое на силовых пунктах 20 мОм [11].

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= R_{доб} + R_{л1} + R_{л} + R_{с}, \\ R_{\Sigma} &= 20 + 4,43 + 7,74 + 2,217 = 34,387 \text{ мОм}. \end{aligned} \quad (3.36)$$

Ток трехфазного КЗ:

$$\begin{aligned} I_{К-1} &= \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}}, \\ I_{К-1} &= \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{17,762^2 + 34,387^2}} = 5,97 \text{ кА}. \end{aligned} \quad (3.37)$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных точек КЗ, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Трехфазный ток КЗ

точка КЗ	R _с , мОм	X _с , мОм	R _л , мОм	X _л , мОм	R _{уд.кл} , мОм/м	X _{уд.кл} , мОм/м	L _{кл} , м	R _{л1} , мОм	X _{л1} , мОм	R _{доб} , мОм	R _{сумм} , мОм	X _{сумм} , мОм	I _{к.з.} ,кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
К2	2,217	13,628	7,74	3,522	0,443	0,0612	10	4,43	0,61	20	34,39	17,76	5,97
К3	2,217	13,628	7,74	3,522	3,1	0,073	20	62,00	1,46	20	91,96	18,61	2,46
К4	2,217	13,628	7,74	3,522	0,443	0,0612	34	15,06	2,08	20	45,02	19,23	4,72
К5	2,217	13,628	7,74	3,522	0,89	0,0637	27	24,03	1,72	20	53,99	18,87	4,04
К6	2,217	13,628	7,74	3,522	7,4	0,116	8	59,20	0,93	20	89,16	18,08	2,54
К7	2,217	13,628	7,74	3,522	7,4	0,116	10	74,00	1,16	20	103,96	18,31	2,19
К8	2,217	13,628	7,74	3,522	7,4	0,116	12	88,80	1,39	20	118,76	18,54	1,92
К9	2,217	13,628	7,74	3,522	7,4	0,116	13	96,20	1,51	20	126,16	18,66	1,81
К10	2,217	13,628	7,74	3,522	7,4	0,116	15	111,00	1,74	20	140,96	18,89	1,62
К11	2,217	13,628	7,74	3,522	7,4	0,116	17	125,80	1,97	20	155,76	19,12	1,47

3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность

Проверим выключатели, защищающие кабельные линии напряжением 0,4 кВ. Проверку будем проводить по току КЗ (таблица 3.12):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл}, \quad (3.38)$$

где $I_{\text{пр.откл}}$ – предельная отключающая способность.

Таблица 3.12 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Щит	Точка к.з.	Ik.з. ,кА	Тип выключателя	Предельная отключающая способность, кА	$I_{\text{к.з.}} \leq I_{\text{пр.откл}}$
1	2	3	4	5	6
ЩС-1	К2	5,97	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩС-2	К3	2,46	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩС-3	К4	4,72	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩС-4	К5	4,04	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-1	К6	2,54	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-2	К7	2,19	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-3	К8	1,92	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-4	К9	1,81	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-5	К10	1,62	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-6	К11	1,47	ВА57Ф35	10	соответствует

Выбранные автоматические воздушные выключатели соответствуют условию проверки на отключающую способность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом бакалаврской работы является система электроснабжения административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт", находящегося на территории Енисейской нефтебазы.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения административное здание Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт". 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 административного здания Енисейской нефтебазы АО "Красноярск нефтепродукт", соответствующая всем современным требованиям.

Практическая ценность предложенного варианта проекта обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного административного здания могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
2. Зачем нужен проект электроснабжения? [Электронный ресурс] : URL: <https://obion.ru/blog/zachem-nuzhen-proekt-elektrosnabzheniya/> (дата обращения: 05.05.2020).
3. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
4. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
5. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавец, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
6. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
7. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
8. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.
9. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.
10. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.
11. 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.
12. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.
13. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.
14. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.
15. 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.
16. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства.

Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.

17. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2)

18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.

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

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

21. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.

22. 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.

23. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2010. – 214 с.

24. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.

25. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

26. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.

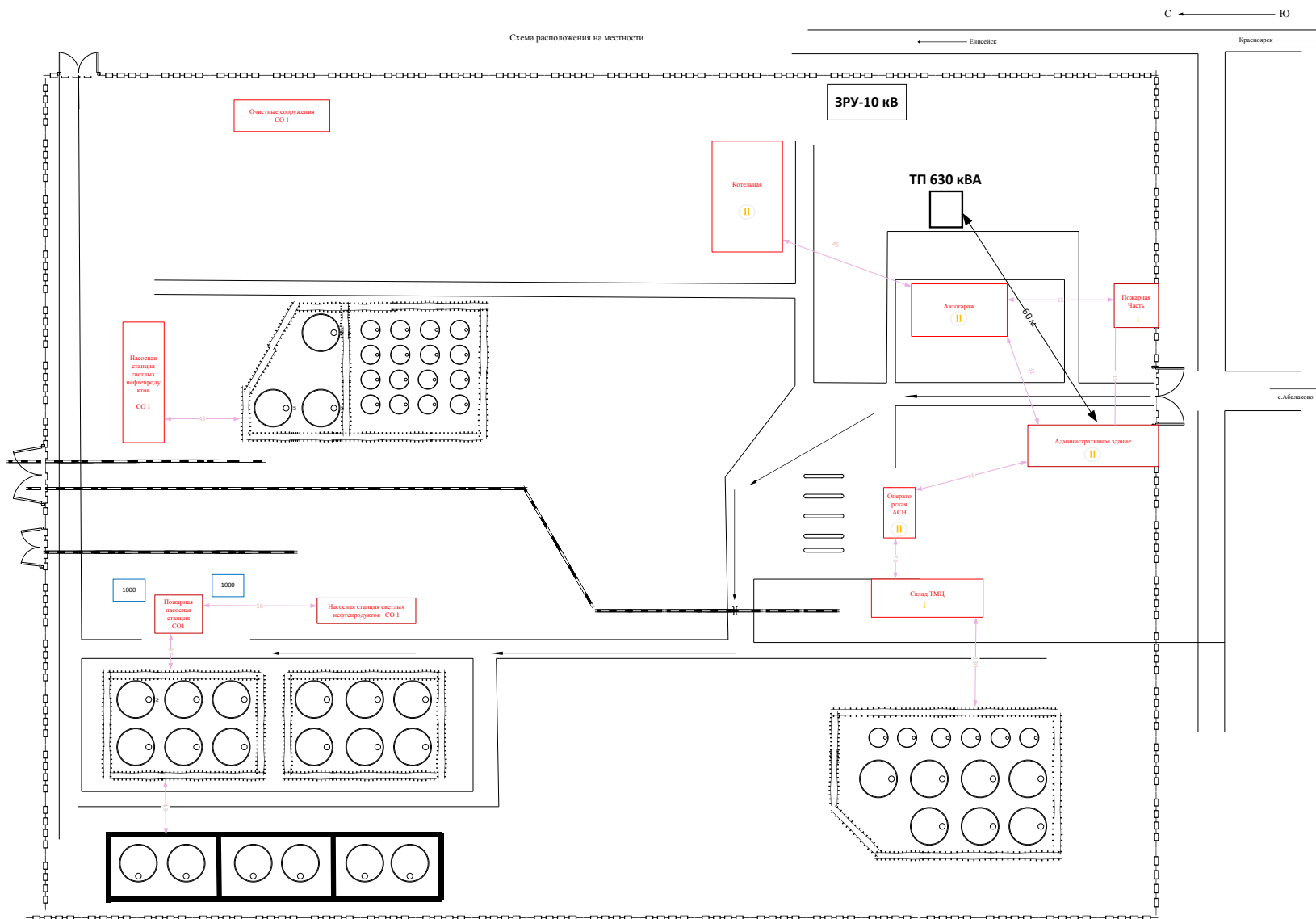
27. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 2. Электротехнические устройства и изделия / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 10-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 988 с.

28. Этапы и стоимость проекта электроснабжения коммерческих объектов [Электронный ресурс] : URL: <https://www.kp.ru/guide/proektirovanie-ielektrosnabzhenija.html> (дата обращения: 05.05.2020).

29. OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт [Электронный ресурс] : URL: <https://evzrus.ru/elektrotehnika/svetotehnika/ofisnoe-osveschenie/ofisnyu-svetilnik-onled-spo-600-30-3500-standart/> (дата обращения: 05.05.2020).

30. PBN-PC4-RA 12W пылевлагозащищенный светильник [Электронный ресурс] : URL: https://jazz-way.com/catalog/pbh-pc4/svetilnik-svetiodiodnyu-pylevlagozashchishchennyu-pwp-os-analog-lsp-1/?iblock_id=16 (дата обращения: 05.05.2020).

План расположения объектов нефтебазы



ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Исходные поэтажные планы административного здания нефтебазы

План первого этажа административного здания



План второго этажа административного здания



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
Г.Н. Чистяков
подпись инициалы, фамилия
« 29 » 06 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Электроснабжение административного здания Енисейской нефтебазы
АО "Красноярскнефтепродукт"
тема

Руководитель 22.06.20 доцент, к.т.н.
подпись, дата должность, ученая степень

Е.В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник 24.06.2020
подпись, дата

И.И. Гожин
инициалы, фамилия

Нормоконтролер 24.06.20
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2020