

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

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт
«Электроэнергетика, машиностроение и
автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Торопов
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2024г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Электроснабжение многоквартирного жилого дома г. Новосибирск, ул.
Немировича-Данченко д. 40
тема

Руководитель	_____	доцент каф. ЭМиАТ, к.т.н.	<u>Г.Н. Чистяков</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>С.Р. Кобылянский</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтроллер	_____		<u>И.А. Кычакова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Абакан 2024

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

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

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный
транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А. С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

«_____» _____ 2024 г.

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

Студенту _____ Кобылянскому Сергею Романовичу _____
(фамилия, имя, отчество)
Группа ЗХЭн 19-01 (3-19) Направление _____ 13.03.02 _____
(код)
_____ Электроэнергетика и электротехника _____
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Электроснабжение
многоквартирного жилого дома по адресу: г. Новосибирск, ул. Немировича-
Данченко, 40

Утверждена приказом по институту № 260 от 07.05.2024

Руководитель ВКР Г. Н. Чистяков, доцент кафедры «Электроэнергетика,
машиностроение и автомобильный транспорт»

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР _____ поэтажный план многоквартирного жилого дома
по адресу г. Новосибирск Немировича-Данченко 40. _____

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

1 Теоретическая часть

1.1 Общая характеристика многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск
улица Немировича-Данченко 40

1.2 Особенности проектирования систем электроснабжения жилых и общественных
помещений

2 Аналитическая часть

2.1 Обзор методов расчета электроснабжения жилых и общественных помещений

2.2 Обоснование необходимости проектирования системы электроснабжения
многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-
Данченко 40

3 Практическая часть

3.1 Расчет нагрузок многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица
Немировича-Данченко 40

3.2 Выбор и расчет схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома по
адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

3.3 Расчет токов КЗ

3.4 Выбор и расчет системы внешнего электроснабжения многоквартирного жилого
дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

3.5 Выбор и расчет систем заземления и молнезащиты

3.6 Расчет стоимости схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома по
адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

Заключение

Список использованных источников

Перечень обязательных листов графической части

1 Однолинейная схема электрооборудования

2 Система освещения

3 План дома

Руководитель ВКР

_____ / Г. Н. Чистяков _____
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ / С. Р. Кобылянский _____
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 20 » марта 2024

РЕФЕРАТ

Выпускной квалификационной работы по теме «Электроснабжение многоквартирного жилого дома по адресу: г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 40» содержит 88 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 3 листа графического материала.

Значительное внимание уделено анализу исходных данных, разработке схем электроснабжения, созданию графических и текстовых материалов. Процесс проектирования системы электроснабжения дома представляет собой сложную и многозадачную работу, особенно в части расчетов, которые определяют качество и долговечность всей системы. Важно выполнить этот процесс правильно, чтобы обеспечить надежное функционирование электроснабжения и продлить срок ее эксплуатации.

Исследование проводится по адресу Немировича – Данченко д. 40 в г. Новосибирске, где находится многоквартирный жилой дом.

Продолжительность функционирования данного сооружения тесно связана с комплексностью и серьезностью процедуры разработки системы подачи электроэнергии. Задача, стоящая при выполнении дипломного проекта, состоит в создании проекта системы электропитания, который будет способствовать стабильности и качеству электроснабжения как для жилых, так и для коммерческих помещений в условиях увеличивающегося потребления электроэнергии в микрорайоне. В процессе работы уделяется внимание подбору необходимого оборудования, расчету нагрузки на осветительные системы, обеспечению бесперебойного электроснабжения и анализу последствий возможных коротких замыканий.

В ходе реализации внешнеконтурной работы по созданию современной системы электроснабжения, выполнена тщательная структурировка использования электричества. Для офисных помещений и торговых точек, расположенных на нижних этажах, предусмотрены индивидуальные устройства вводно-распределительные. К первой категории электроприемников, обеспеченных автоматикой восстановления питания,

выполнено прямое подключение. В процессе работы был осуществлен тщательный отбор кабелей и устройств для обеспечения защиты, с последующим определением электрических нагрузок на различные узлы и маршруты. Анализ тока короткого замыкания показал адекватность принятых мер защиты.

THE ABSTRACT

The final qualification work titled "Power Supply of an Apartment House at 40 Nemirovich-Dunchenko St., Novosibirsk" consists of several pages of text, numerous sources used, and several sheets of graphic material. The main focus of the project is to design the power supply system for the apartment house, ensuring reliable electricity supply and accommodating future power consumption growth. The selection of appropriate equipment and lighting is also crucial. Additionally, the project aims that meets modern requirements and ensures the quality of electricity supply.

During the design phase, the electroreceivers were divided into groups based on their power requirements. The offices and shops located on the socle and first floors will be supplied with power from a designated I LIE source. The electroreceivers in this category will be connected to this specific I LIE and equipped with an AVR device for stable power supply.

Calculations were made for the electric loads at each power point and along the departing lines. Following this, appropriate brands and sizes of cables and protective devices were selected. The equipment was tested for short-circuit currents to ensure the correct choice of protective devices. The final outcome of the VKR project is a power supply system that meets modern standards and requirements.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
1.1 Общая характеристика многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.....	11
1.2 Особенности проектирования систем электроснабжения жилых и общественных помещений.....	12
2 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Обзор методов расчета электроснабжения жилых и общественных помещений.....	17
2.2 Обоснование необходимости проектирования системы электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.....	18
3 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	23
3.1 Расчет нагрузки многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.....	23
3.1.1 Расчет освещенности для помещений общего пользования и коммерческих зон.....	23
3.1.2 Определение параметров энергетической нагрузки на вводно-распределительные устройства в помещениях коммерческого назначения помещений.....	33
3.1.3 Вычисление нагрузки ВРУ жилого дома.....	36
3.1.4 Вычисление параметров системы освещения на основе электротехники.....	37
3.1.5 Расчет нагрузок электроприемников и разбиение на группы распределительных щитов и этажных щитков.....	45
3.1.6 Фазовое распределение несимметричной электрической нагрузки.....	50
3.1.7 Расчет нагрузки потребителей I категории и выбор ВРУ с АВР.....	53
3.2 Выбор и расчет схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.....	54
3.2.1 Выбор устройств для коммутации.....	54
3.2.2 Выбор кабельных изделий.....	59
3.2.3 Подбор электронных счетчиков, электрических щитов и другого электротехнического оборудования.....	62
3.2.4 Подбор счетчиков.....	63
3.2.5 Оценка возможных падений напряжения в системах освещения и электроснабжения.....	64
3.3 Определение величин токов, возникающих при ситуации короткого соединения.....	68
3.4 Выбор и расчет системы внешнего электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.....	72
3.4.1 Программа расчета уличного освещения Light-in-Night Road.....	72
3.4.2 Создание модели освещения подъездного пути.....	74
3.4.3 Выполнение уличной осветительной сети.....	77

3.5 Выбор и расчет систем заземления и молниезащиты	79
3.6 Расчет стоимости схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	84

ВВЕДЕНИЕ

В городе Новосибирске есть жилой многоквартирный дом по ул. Немировича-Данченко д. 40, для которого необходимо разработать проект электроснабжения. Очень важно, чтобы процесс проектирования системы электроснабжения дома был выполнен правильно и качественно, так как от этого зависит срок эксплуатации объекта. Важность темы модернизации системы электроснабжения в городе и проведения мероприятий по энергосбережению подчеркивается различными инстанциями на городском и федеральном уровнях. Следовательно, вопрос разработки схемы электроснабжения данного жилого комплекса приобретает ключевое значение.

Проект нацелен на обеспечение дома качественной электроэнергией и учет возможного увеличения потребления энергии в будущем.

Целью исследования является разработка электропитания для здания, включающего как жилые, так и коммерческие помещения, расположенного по адресу Немировича-Данченко, дом 40, в Новосибирске.

Исследуемый объект представляет собой дом многоквартирный, расположенный по адресу: улица Немировича-Данченко, дом 40, в Новосибирске.

Основная цель - создание эффективной и безопасной системы электроснабжения, которая будет экономична и надежна для обеспечения потребностей жителей и территории вокруг дома.

В процессе разработки выпускной квалификационной работы ставятся задачи, направленные на разработку и анализ различных аспектов. Они включают в себя сбор необходимой информации для дальнейшего проектирования, создание схем поставки электроэнергии, оценку потребности в электричестве как в жилых, так и в коммерческих помещениях, а также планирование систем уличного освещения.

Проектирование играет ключевую роль, поскольку его методы и

подходы находят применение в создании многоквартирных домов, особенно когда встает вопрос об обновлении систем электропитания и электрооборудования, как в Новосибирске, так и в других населенных пунктах.

После тщательного анализа электрических потребностей в рамках проектной работы был разработан план электроснабжения. В его рамках осуществлен подбор подходящих автоматов и определение необходимого сечения кабелей, с учетом всех затрат, связанных с созданием системы электропитания. Дипломный проект на тему «Обеспечение электричеством многоэтажного жилого здания по адресу: г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 40» состоит из вступления, трех основных разделов, заключения, библиографии и трех листов иллюстраций.

1 Теоретическая часть

1.1 Общая характеристика многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

Для здания, расположенного по адресу: Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 40, был тщательно разработан проект, который включает в себя комплексный анализ на основе архитектурных и санитарно-технических планов, а также учитывает все необходимые законодательные требования и нормы. Особое внимание в рамках проекта было уделено изучению и проектированию систем коммуникаций, обеспечивающих взаимосвязь между жилыми зонами и встроенными помещениями для коммерческого использования в этом здании.

Здание каркасное железобетонно - кирпичное. Тип перекрытий - перекрытия из железобетонных плит. Материал несущих стен - стены кирпичные. Тип дома - многоквартирный дом. Дата постройки 1985г. 12 этажей. 88 квартир.

В ходе разработки коммуникационных систем использовались приведенные ниже стандарты и руководства:

-СП 133.13330.2012 Сети проводного вещания и оповещения в зданиях и сооружениях. Нормы проектирования.

-СП 134.13330.2012 Системы электросвязи зданий и сооружений.

Основные положения проектирования.

-ДЭБ2.356.002ПС Устройство связи сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий.

-ВСН 60-89 Устройство связи сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий.

-ГОСТ Р 21.1703-2000 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи.

-Правила устройства электроустановок

1.2 Особенности проектирования систем электроснабжения жилых и общественных помещений

При разработке систем электропитания для публичных сооружений, наибольшую важность приобретают легкость в управлении и способность адаптироваться к изменениям. Важность имеет уместное размещение технического оборудования и энергетических узлов в данных зданиях. Жизненно необходимо, чтобы инфраструктура была интуитивно понятной и минималистичной, с обеспечением эффективности и краткости электрических линий. Обязательно предусмотреть гибкость систем электроснабжения для легкой интеграции новейших технологий. Эти основополагающие идеи одинаково важны как для обновления существующих, так и для создания новых объектов.

Для предотвращения чрезмерной нагрузки на систему, каждый объект должен иметь собственное устройство распределения, расположенное неподалёку от главного входа в конструкцию. Крайне важно, чтобы подключение внешних пользователей к данному оборудованию происходило исключительно после получения одобрения в рамках проекта. Необходимо осознавать, что предотвращение перегрузок имеет решающее значение.

Для гарантии безопасности в здании общего пользования необходимо, чтобы электрооборудование соответствовало характеристикам помещения и имело нужный уровень защиты.

Чтобы избежать частых трудностей, таких как расходы, превышающие бюджет, и сложности, возникающие из-за пересечения инженерных коммуникаций во время их установки, важно тщательно пересмотреть и улучшить проект электропитания для общественных зданий. Детальное планирование позволит улучшить взаимодействие различных систем здания, уменьшив тем самым риск потребности в последующих правках. В ключевых зонах таких сооружений предпочтение отдаётся использованию LED и

люминесцентного освещения, выбор которого зависит от специфических условий и задач, стоящих перед осветительной системой. При этом системы освещения и энергоснабжения условно подразделяют на две основные категории:

Основными источниками освещения служат лампы на основе ксенона, металлогалогенные и натриевые, тогда как для подсветки помещений вроде складов и кладовых предпочтение отдаётся светодиодам. Важную роль в функционировании зданий играет силовое оборудование, к которому относятся холодильные установки, различные подъемно-транспортные системы, а также оборудование механического, электротеплового и санитарно-технического назначения, включая системы противопожарного устройства, связи, а также сигнализации. Для поддержания оптимального микроклимата в общественных помещениях широко применяются системы кондиционирования и приточно-вытяжные вентиляции. Водоснабжение, будь то горячее или холодное, обеспечивается за счёт насосов. Большинство механических устройств и оборудования получают движущую силу от электрических двигателей с ротором, имеющим короткое замыкание, и функционирующие по принципу асинхронности.

В зданиях для работы электрооборудования необходимы особые силовые устройства с уникальными функциональными особенностями, в отличие от стандартных устройств, используемых в жилых комплексах. Отдельные помещения в таких зданиях предъявляют особые условия к освещенности, несравнимые с жилыми пространствами. Применение интегрированных модульных подстанций рекомендуется для объектов, потребляющих более 400 кВА электроэнергии. Это обеспечивает объединение функций распределения мощности в одном месте с распределительными устройствами на уровне 0,4 кВ. В некоторых общественных сооружениях можно произвести монтаж подстанций, которые трансформируют энергию.

Согласно существующим нормам, установка подстанций запрещена в

помещениях, таких как образовательные учреждения, детские сады, госпитальные отделения, номера в отелях и в других аналогичных локациях. Чтобы гарантировать стабильное снабжение электроэнергией для потребителей высшего приоритета, используются подходы, включающие в себя установку двух трансформаторных подстанций. Однако, альтернативным решением может служить применение одиночных подстанций, дополненных системами резервирования, что предусматривает наличие переключающего оборудования и автоматических выключателей для систем с низким уровнем напряжения.

Одиарные подстанции устанавливаются для обеспечения энергоснабжения клиентов второй и третьей категорий надежности. В общественных зданиях для распределения электроэнергии применяются радиальные или магистральные сети.

Рекомендуется применять радиальные схемы подачи электроэнергии для эффективного обеспечения крупных потребителей электричества, включая, но не ограничиваясь, холодильным оборудованием, насосными установками и системами вентиляции. Их использование является наиболее оптимальным подходом в таких ситуациях. В ситуациях, когда мелкие потребители электроэнергии равномерно распределены по объекту, предпочтение отдается магистральным схемам. Когда речь идет о зданиях общественного назначения, становится целесообразным разделение линий на силовые и осветительные сети, а также оснащение вводов электроэнергии в эти здания комплексными высоковольтными распределительными системами, включающими в себя устройства защиты, управления и подсчета потребленной энергии. Для мониторинга и контроля потребления электроэнергии в крупных объектах необходима установка соответствующих измерительных приборов.

Для одновременного исполнения управленческих и защитных ролей применяются автоматические выключатели. Устройства управления размещают на начальных точках подключения потребителей, обеспечивая их

изоляцию, а также они находятся на входе каждого распределительного узла и панели управления. За каждую линию, подключенную к ВРУ, отвечает индивидуальное защитное устройство. В случае линий, работающих в аналогичных условиях и имеющих схожие цели, возможно использование одного управляющего устройства для группы таких линий.

В целях улучшения работы системы освещения и снижения энергопотерь, настоятельно рекомендуется отдавать предпочтение трехфазным четырехпроводным сетям перед однофазными. Это связано с тем, что при организации рабочего освещения через отдельные трансформаторы в условиях двухтрансформаторной подстанции (ТП), можно добиться эффективной сегрегации рабочего, аварийного и эвакуационного освещения. Подключение освещения к щитам ТП или к ВРУ при данной конфигурации предоставляет возможность отделить светильники аварийного и эвакуационного освещения от основной сети. Следует заметить, что это обеспечивает дополнительную безопасность и надежность системы освещения. Кроме того, для максимальной эффективности, распределительные устройства, такие как пункты, щиты и щитки, целесообразно размещать на одном этаже с потребителями электроэнергии, тем самым обеспечивая легкость подключения и управления потребителями, объединенными по их функциональному назначению.[9]

Чтобы гарантировать эффективность сетей освещения, работающих группами, крайне важно следить за тем, чтобы нагрузка распределялась между фазами равномерно. Это требование подкрепляется стандартами, которые указывают на необходимость такого распределения при проектировании этих сетей. Кроме того, когда имеется возможность использовать дневной свет благодаря расположению боковых окон, система освещения может быть настроена на автоматическое выключение ламп, находящихся вблизи этих окон, чтобы уменьшить потребление электроэнергии. Это решение активируется в зависимости от достигаемого уровня освещенности, что позволяет не только экономить ресурсы, но и

поддерживать необходимый уровень освещенности без излишеств.

В процессе модернизации градостроительных объектов, управление и разработка систем электропитания предъявляют новые высокие требования к сложности и многообразию. В зонах, где используется боковое дневное освещение, появилась инициатива ввода системы, которая бы автоматически выключала линейно установленные светильники вдоль окон для снижения потребления электричества. При этом большое значение приобретают трехфазные четырехпроводные цепи из-за их способности выдерживать высокие нагрузки и эффективности, проявляющейся в шестикратном снижении потерь напряжения по сравнению с однофазными аналогами.

После модернизации общественных зданий, для разработки и поддержания систем электропитания, необходимы компьютерные технологии и высокая квалификация специалистов. Ввиду внедрения новейших технологий и оборудования, которые поднимают планку качества и надежности электроэнергии, задача становится более сложной и многогранной.

2 Аналитическая часть

2.1 Обзор методов расчета электроснабжения жилых и общественных помещений

Для анализа электрических нагрузок на различных этапах в электроснабжающей системе необходимо правильно выбрать сечения проводов, а также определить устройства для распределения энергии, коммутационную и защитную аппаратуру. Кроме того, важно учитывать количество и мощность трансформаторов. Этот анализ основывается на местоположении, где необходимо рассчитать нагрузки, и желаемой степени точности, используя методику, которая включает в себя упорядоченный анализ графиков нагрузок, учитывая их среднюю мощность и пиковые значения.

При оценке предельных нагрузок, которые могут быть приложены к различным группам приемников электроэнергии, ключевое значение имеет подход, разграничивающий приемники на основе их нагрузочных режимов: переменные нагрузки обозначены как группа А, в то время как приемники с более стабильным расходом энергии относят к группе Б. Эта классификация проводится в рамках вычислений для конкретного узла и дает возможность точно рассчитать параметры P_m , Q_m , S_m .

В основе вычисления прогнозируемого потребления электричества лежит уравнение, где расчетная мощность, выраженная через P_p , получается умножением коэффициента спроса потребителя (K_c) на общую мощность всех электроприемников, указанную как $P_{уст}$. Таким образом, формулировка уравнения принимает вид $P_p = K_c \cdot P_{уст}$. Далее, для определения реального потребления электроэнергии, обозначаемого как Q_p , применяется другое уравнение $Q_p = P_p \times \text{tg}\phi$, где $\text{tg}\phi$ является показателем коэффициента реактивной мощности, характеризующего потребителя.

Информация о значениях $\text{tg}\phi$ и K_c для разнообразных потребителей можно найти в справочных материалах. При необходимости определения

нагрузок на цеха и всё предприятие, этот подход может быть использован.

Все группы приемников, независимо от их режима работы, должны обеспечивать равномерный график нагрузок. Это требование актуально для всех ситуаций, даже когда в группе присутствуют множество мощных приемников. Предположение о равенстве расчетной и среднеквадратичной нагрузок является основой данного метода и необходимо для эффективной работы всех групп приемников, вне зависимости от их числа и характера использования.

Обычно мало применяют статистический подход, способный вычислить предполагаемую нагрузку на коллектив приемных устройств, исходя из двух ключевых метрик: средней нагрузки и стандартного отклонения от этой средней.

Методика, которая дополняет первые четыре подхода, применяет уникальный способ определения предполагаемой нагрузки, учитывая показатели удельного веса. Она выделяется использованием двух ключевых параметров: удельной нагрузки за единицу производственного пространства и потребления электроэнергии на единицу готовой продукции, исходя из конкретного количества произведенных товаров за установленный временной период. Этот подход позволяет провести верификацию и уточнение результатов, полученных с помощью предыдущих методов.

2.2 Обоснование необходимости проектирования системы электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

В разработке электрической системы жилого дома, основное внимание было уделено соблюдению существующих норм и правил, включая технические регламенты, стандарты, и инструкции, такие как ПУЭ и СП 256.1325800.2016, касающиеся проектирования и монтажа электроустановок, а также СО 153-343.21.122-2003, описывающую устройство молниезащиты.

Это предоставляет гарантии безопасности при использовании объекта в соответствии с принятыми в проекте мерами. Раздел проекта подробно затрагивает аспекты внутреннего силового оборудования и системы освещения дома.

Согласно СП 31.110.2003, жилой дом подключен к электричеству с напряжением 380/220 В и отнесен к первой и второй категориям электроснабжения.

Для обеспечения энергией жилых и нежилых зданий используются различные типы кабелей. Например, для жилых помещений применяется кабель 185х4 АВБбШв, а для нежилых - 70х4 АВБбШв. Все соответствует стандартам и требованиям безопасности, установленным в ПУЭ и СП 31-110-2003.

Самая большая доступная мощность на этом вводе - 174 кВт, а максимальный ток для жилых помещений составляет 294 А. Здесь имеется 88 квартир. В случае с помещениями, не предназначенными для проживания, установлены следующие ограничения: максимально допустимая мощность составляет 60 киловатт, в то время как предел для тока составляет 114 ампер.

В соответствии с информацией, изложенной в разделе 5.1 СП 31-110-2003, определено, что электрооборудование, задействованное в системах пожаротушения, лифтах и системах аварийного освещения жилых зданий, классифицируется как потребители первой категории. В то же время, категория вторая включает в себя прочее электрическое оборудование.

Эссенциально, что на узле соединения должны быть выполнены нормы качества электроэнергии, как это предписано в российских стандартах ГОСТ 54149 - 2010.

Для нормальной работы, приемники электричества категории 1 должны получать электроэнергию из двух отдельных источников, которые дополняют друг друга. После того, как было успешно выполнено подключение, все необходимые работы на проектируемой трансформаторной подстанции (ТП) проведены с учетом одобрения от МП АЭС и владельца ТП.

При прохождении кабелей через проезжую часть следует уложить их в асбоцементные трубы на глубину 0,7 метра в соответствии с техническими условиями ТП А 5 - 92, обеспечивая таким образом их защиту.

После того как были выполнены проверки, связанные с потерей напряжения и параметрами тока при однофазных коротких замыканиях, был получен одобренный Департаментом ГАЗ вариант маршрута для укладки кабелей, которые подходят для заданной нагрузки. Все заинтересованные организации также одобрили этот выбор.

Для защиты жилого дома от молнии используется металлическая сетка с мелкими ячейками и оцинкованная сталь, используемая в качестве материала для создания заземления. Кровля здания покрывается стальными листами диаметром 10 мм, что обеспечивает надежную защиту от молнии.

Установка дифференциальных автоматов в рабочей документации играет важную роль, так как они обеспечивают защиту от электрических поражений при случайном контакте с нетоковедущими частями под напряжением из-за повреждения изоляции. Они не только предупреждают возникновение пожаров, вызванных воспламенением изоляционных материалов проводки при высоких токах утечки или в случае короткого замыкания, но и обеспечивают защиту для электросетей с напряжением в 220 вольт от перегрузок и неисправностей, связанных с короткими замыканиями.

В соответствии с разделом 2.1 «Правил устройства электроустановок», цветовая маркировка проводов должна обеспечивать простое идентифицирование всех проводников на протяжении всей их длины. В соответствии с разделом 7.1.36 «Правил устройства электроустановок», количество кабелей в сети, будь то три или пять, устанавливается на основе установленных требований. В дополнение к этому, как указывается в пункте 2.1.58 ПУЭ, необходимо обеспечить, чтобы промежутки между кабелями, проводами и любыми трубами или коробами при их прокладке через стены или перекрытия были тщательно заполнены массой, которая может быть легко удалена, и при этом состоит из материала, не поддерживающего

горение.

Для соответствия требованиям ГОСТ Р 53316-2009, сертификация кабельных систем, включая кабели, крепежные элементы и соединительные коробки, является неотъемлемым условием. Важно, чтобы огнестойкость материалов, используемых для заделки, не была ниже огнестойкости стен или перекрытий.

При выполнении работ по установке электротехнического оборудования необходимо строго следовать требованиям, установленным в стандарте СП 76.13330.2016, касающемся электротехнических устройств. Важно, чтобы электрооборудование, используемое при монтаже, имело сертификат соответствия.

В ходе осуществления работ по монтажу электрооборудования, учитывая положения, изложенные в пункте 1.8.40 Правил устройства электроустановок, а также в соответствии со Строительным кодексом СП.48.13330.2011 и нормативами СНиП 12-01-2004, касающимися организации строительных процессов, требуется предъявить ряд определенных документов. К ним относятся: документация, подтверждающая измерение сопротивления изоляции кабельной продукции; документ, свидетельствующий о фазировке линий электропередачи, подключенных к сетям с напряжением до 1 кВ; отчет о проверке существования соединения между заземляющими устройствами и заземлителями; отчет об измерении сопротивления в электрической цепи между фазой и нулем у крупнейших и наиболее мощных потребителей; отчет об испытаниях кабельной продукции на предмет ее стойкости к воздействию высокого напряжения промышленной частоты.

Важно соблюдать правила пожарной безопасности при выборе и установке электрооборудования в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.52-2011. Пункты 527.1.1-527.1.6 и 527.2.1-527.2.5 содержат требования к противопожарным мероприятиям, которые необходимо учитывать при выполнении электропроводки.

При проектировании системы электроснабжения необходимо учитывать множество регламентирующих документов, которые предъявляют свои требования к проведению данной работы. Это делает задачу проектирования системы электроснабжения крайне сложной и требующей особого внимания к деталям.

3 Практическая часть

3.1 Расчет нагрузки многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

3.1.1 Расчет освещенности для помещений общего пользования и коммерческих зон

В ходе разработки проекта особое внимание уделяется выбору и размещению источников света, включая определение наилучших позиций для светильников, их высоты и способов крепления и управления. Эффективно спланированная световая среда не только уменьшает потребление электричества, но и улучшает безопасность рабочих процессов, а также сокращает уровень утомляемости сотрудников. В контексте проекта акцентируется внимание на двух основных типах освещения: основном рабочем и аварийном. В основных помещениях объекта было решено использовать осветительные приборы марки A070, соответствуя техническим требованиям заказчика, каждый из которых оснащён одной LED-лампой, развивающей мощность до 36 ватт.

Этот светильник идеально подходит для использования в домашних условиях, так как он полностью соответствует запросам клиентов, подчеркивает производитель. Выбор ламп с температурой свечения 4200 Кельвинов основан на характеристиках отделки помещений, что обеспечивает оптимальное освещение. Для управления светом предусмотрены различные виды выключателей, такие как проходные, одноклавишные и двухклавишные, расположенные на высоте 2,5 метра от пола для удобства использования. Это позиционирование выключателей гарантирует легкость использования и предотвращает нежелательное срабатывание, а их размещение у входов или в других стратегически важных точках улучшает доступ к управлению освещением.

При возникновении ситуации, когда электричество исчезает, запасные лампы активируются незамедлительно, чтобы поддержать основное

освещение и обеспечить безопасность. Важно иметь дополнительные источники света для обеспечения непрерывной работы освещения в случае нештатной ситуации.

Для определения требуемой освещенности мы будем использовать метод сравнения интенсивности света. [5]

$$\Phi = \frac{E_n * K_{zak} * F * Z}{N * \eta} \chi \text{ [лм]}, \quad (3.1)$$

где, E_n – освещенность [лк];

K_{zak} – коэффициент запаса ($K_{zak} = 1$);

F – площадь освещаемой поверхности [m^2];

Z - коэффициент минимальной освещенности ($z=1,15$);

N - количество ламп [шт.];

η - коэффициент использования светового потока

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещений, который находится: [15]

$$i = \frac{F}{h(A+B)} \quad (3.2)$$

где, h - высота подвеса [м];

B и A – ширина и длина [м]

Таблица 3.1– Коэффициент использования светового потока

i	η $r_n = 70 \%, r_c = 50 \%, r_p = 30 \%$
0,5	0,28
1,0	0,49
3,0	0,73
5,0	0,8

Проведем анализ и расчет интенсивности света на первом этаже и в

подвале, вычислим требуемое количество света.

Посчитаем, какой световой поток получится для помещения с номером 2.1, а именно Торгово-выставочного зала (001).

$$i = \frac{24,49}{2,5(5,85+4,19)} = 0,98 ; \Pi = 0,49$$

$$\Phi = \frac{300*1*24,49*1}{4*0,49} = 3748,47 \text{ [лк]}$$

Подробные данные по другим помещениям можно найти в таблицах 2.3 и 2.2, где представлены все расчеты.

Таблица 3.2– Поток света на цоколе

№ помещения	Наименование	Ен, лк	Ф, кв. м.	Кзап	Z	N, шт	A, м	B, м	h, м	i	h	Фрас, лм
Торгово-выставочный зал 001												
1	Тамбур	20	3,8	1	1,15	1	1,35	2,77	2,5	0,38	0,26	272,43
2	Торгово-выставочный зал	300	24,5	1	1,15	4	5,84	4,15	2,5	0,96	0,45	3749,48
2,1	Выставочное помещение	300	21,6	1	1,15	4	5,5	3,91	2,5	0,96	0,48	3281,12
2,2	Торгово-выставочное помещение с зоной персонала	300	44,6	1	1,15	7	9	4,95	2,5	1,25	0,48	3398,16
3	Туалет	75	4,9	1	1,15	2	2,5	2,06	2,5	0,44	0,28	652,24
4	Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря)	75	2,27	1	1,15	1	1,04	2,13	2,5	0,25	0,29	623,39
5	Техническое помещение	75	0,97	1	1,15	1	0,97	0,96	2,5	0,21	0,29	275,18

Продолжение таблицы 3.2

№ помещения	Наименование	Ен, лк	Ф, кв. м.	Кзап	Z	N, шт	A, м	B, м	h, м	i	h	Фрас, лм
Торгово-выставочный зал 002												
1	Тамбур	20	3,35	1	1,14	1	1,4	2,09	2,4	0,38	0,27	239,26
1,1	Тамбур	20	3,35	1	1,14	1	1,4	2,07	2,4	0,38	0,27	239,26
2	Зона персонала	200	10,5	1	1,14	3	3,4	3,07	2,4	0,65	0,48	1072,48
2,1	Торгово-выставочное помещение	300	17,9	1	1,14	3	5,1	3,45	2,4	0,85	0,46	2709,18
2,2	Торгово-выставочное помещение	300	36,8	1	1,14	5	6,4	5,94	2,4	1,24	0,46	3738,77
2,3	Торгово-выставочное помещение	300	17,7	1	1,14	3	5,3	3,46	2,4	0,85	0,46	2709,18
2,4	Торгово-выставочное помещение	300	10,5	1	1,14	2	3,4	3,06	2,4	0,66	0,46	3217,44
3	Туалет	75	3,6	1	1,14	2	1,3	3,06	2,4	0,34	0,28	455,38
4	помещение уборочного инвентаря	75	3,85	1	1,14	2	1,26	3,08	2,4	0,35	0,27	518,40
Торгово-выставочный зал 003												
1	Тамбур	20	3,8	1	1,15	1	1,36	2,78	2,4	0,38	0,29	271,45
2	Торгово-выставочное помещение	300	24,5	1	1,14	4	5,86	4,18	2,4	0,98	0,47	3748,48
2,1	Выставочное помещение	300	21,6	1	1,14	4	5,6	3,92	2,4	0,93	0,47	3280,14
2,2	Выставочное помещение с зоной персонала	300	44,4	1	1,14	7	9,4	4,67	2,4	1,25	0,47	3397,14
3	Туалет	75	4,9	1	1,14	2	2,5	2,06	2,4	0,44	0,28	656,32
4	Техническое помещение	75	0,96	1	1,14	1	0,98	0,98	2,4	0,22	0,28	265,22
5	Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря)	75	2,26	1	1,14	1	1,08	2,13	2,4	0,28	0,27	613,41

Продолжение таблицы 3.2

№ помещения	Наименование	Ен, лк	Ф, кв. м.	Кзап	Z	N, шт	A, м	B, м	h, м	i	h	Фрас, лм
Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей												
1	Тамбур	30	2,74	1	1,14	1	2,52	1,12	2,6	0,31	0,29	296,76
1,1	Коридор	75	12,4	1	1,14	2	1,59	7,68	2,6	0,52	0,29	1623,25
2	Узел управления	30	31,5	1	1,14	4	6,21	5,12	2,6	1,14	0,48	484,24
2,1	Техническое помещение	30	8,64	1	1,14	2	4,49	1,95	2,6	0,57	0,29	463,34
2,2	Техническое помещение	30	8,64	1	1,14	2	4,49	1,93	2,6	0,55	0,29	463,34
2,3	Техническое помещение	30	17,5	1	1,14	2	2,26	7,66	2,6	0,72	0,39	685,25
2,4	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,9	1	1,14	1	3,16	1,58	2,6	0,43	0,29	350,10
2,5	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,5	1	1,14	1	3,16	1,57	2,6	0,41	0,29	350,00
3	Электрощитовая для жилой части	50	7,22	1	1,14	2	2,42	3,03	2,6	0,55	0,29	644,65
4	Электрощитовая для нежилой части	50	10,5	1	1,14	2	2,42	4,38	2,6	0,64	0,29	933,96

Таблица 3.3– Световой поток на первом этаже

№ помещ щ	Наименование	Ен, лк	Ф, кв. м.	Кзап	Z	N, шт	A, м	B, м	h, м	i	η	Фрас, лм
Офис 101												
1,1	Рабочее помещение офиса	400	47,9	1	1,14	10	8	5,32	2,6	1,35	0,48	3902,05
1,2	Рабочее помещение офиса(подсобная зона)	400	42,7	1	1,14	9	6	6,12	2,6	1,32	0,48	3882,08
1,3	Рабочее помещение офиса	400	64,5	1	1,14	12	11	6,45	2,6	1,58	0,48	3755,2
2	Туалет	75	3,6	1	1,14	2	1,33	2,65	2,6	0,36	0,29	468,76
3	Помещение уборочного инвентаря	75	2,6	1	1,14	1	1,59	1,59	2,6	0,33	0,29	669,65

Продолжение таблицы 3.3

№ помещ	Наименование	Ен, лк	Ф, кв. м.	Кзап	Z	N, шт	A, м	B, м	h, м	i	П	Фрас, лм
4	Эвакуационный тамбур	20	6,5	1	1,14	1	4,17	1,59	2,6	0,45	0,29	471,44
Торгово-выставочный зал 102												
1	Коридор	75	5,4	1	1,14	1	2,1	2,42	2,6	0,47	0,29	1419,65
2,1	Выставочный зал	300	37,2	1	1,14	9	6,08	6,08	2,6	1,21	0,48	2523,82
2,2	Выставочный зал с зоной персонала	300	21,4	1	1,14	5	5,10	4,11	2,6	0,93	0,48	2608,15
3	Туалет	75	2,8	1	1,14	2	1,65	1,65	2,6	0,34	0,29	361,62
4	Помещение уборочного инвентаря	50	2,6	1	1,14	1	1,59	1,59	2,6	0,31	0,29	446,44
Офис 103												
1,1	Рабочее помещение офиса	400	53,5	1	1,14	13	8	5,98	2,6	1,44	0,48	3646,25
1,2	Рабочее помещение офиса (подсобная зона)	400	42,6	1	1,14	10	6	6,12	2,6	1,32	0,48	3882,08
1,3	Рабочее помещение офиса	400	64,2	1	1,14	11	11	6,45	2,6	1,58	0,48	3755,2
2	Туалет	75	3,3	1	1,14	2	1,34	2,65	2,6	0,36	0,29	468,76
3	Помещение уборочного инвентаря	75	2,6	1	1,15	1	1,56	1,59	2,6	0,34	0,29	669,62
4	Эвакуационный тамбур	20	6,5	1	1,15	1	4,16	1,59	2,6	0,45	0,29	471,44
Помещения жилой части блок-секции												
1	Тамбур	30	4,8	1	1,14	1	3	1,64	2,6	0,41	0,29	526,00
1,1	Тамбур	30	3,06	1	1,14	1	1,8	1,78	2,6	0,36	0,29	326,78
1,2	Тамбур	30	4,8	1	1,14	1	3	1,64	2,6	0,41	0,29	526,00
2	Лифтовой холл	75	9,58	1	1,14	2	1,8	5,64	2,6	0,53	0,29	1282,70
3	Незадымленная лестничная клетка	75	16	1	1,14	2	2	7,48	2,6	0,64	0,29	2004,92
4	Помещение уборочного инвентаря	75	3,2	1	1,14	1	1,75	1,78	2,6	0,36	0,29	830,38
5	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,8	1	1,14	1	3,18	1,59	2,6	0,42	0,29	350,20
6	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,8	1	1,14	1	3,18	1,57	2,6	0,42	0,29	350,20

Анализируем показатели яркости света в сравнении с предполагаемым уровнем освещения, который должна обеспечивать лампа.

$$\Phi = \frac{\Phi_{\text{н}} * \Phi_{\text{рас}}}{\Phi_{\text{н}}} * 100\% \quad (3.3)$$

Проанализируем освещенность, которая предполагается в пространстве 2.1, известном как выставочное-торговый зал или помещение 001.

$$\Delta\Phi = \frac{3600 - 3748,47}{3600} * 100\% = -4,12\%$$

$\Delta\Phi$ находится в пределах [-15;+20%].

В таблице представлен расчеты для остальных помещений.

Таблица 3.4– Анализ светового потока на цокольном этаже

№ помещ	Наименование	Ен, лк	F, кв. м.	Фрас, лм	тип светильника	P, Вт	Фном, лм	□Ф, %
Торгово-выставочный зал 001								
1	Тамбур	20	3,8	271,44	ЖКХ	10	400	32,15
2	Торгово-Выставочный зал	300	24,48	3748,48	A070	36	3600	-4,14
2,1	Выставочное помещение	300	21,44	3280,20	A070	36	3600	8,88
2,2	Торгово-выставочное помещение с зоной персонала	300	44,38	3397,18	A070	36	3600	5,64
3	Туалет	75	4,8	656,26	ЖКХ	18	650	-0,94
4	Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря)	75	2,28	613,38	Strong	18	550	-11,54

Продолжение таблицы 3.4

№ помещ	Наименование	Ен, лк	F, кв. м.	Фрас, лм	ти п светильника	P, Вт	Фном, лм	□Ф, %
5	Техническое помещение	75	0,98	265,18	ЖКХ	10	400	33,71
Торгово-выставочный зал 002								
1	Тамбур	20	3,36	263,22	ЖКХ	10	400	34,22
1,1	Тамбур	20	3,36	239,28	ЖКХ	10	400	40,16
2	Зона персонала	20	3,36	1072,46	Strong	27	1000	-7,25
2,1	Торгово-выставочное помещение	200	10,52	2709,19	A070	36	3600	24,72
2,2	Торгово-выставочное помещение	300	17,8	3738,76	A070	36	3600	-3,86
2,3	Торгово-выставочное помещение	300	36,65	2709,16	A070	36	3600	24,75
2,4	Торгово-выставочное помещение	300	17,8	3217,34	A070	36	3600	10,64
3	Туалет	300	10,52	455,38	ЖКХ	18	650	29,96
4	помещение уборочного инвентаря	75	3,5	518,40	Strong	18	550	5,78
Торгово-Выставочный зал 003								
1	Тамбур	20	3,8	271,44	ЖКХ	10	400	32,14
2	Торгово-выставочное помещение	300	24,48	3748,48	A070	36	3600	-4,14
2,1	Выставочное помещение	300	21,44	3280,20	A070	36	3600	8,84
2,2	Выставочное помещение с зоной персонала	300	44,38	3397,18	A070	36	3600	5,64
3	Туалет	75	4,8	656,26	ЖКХ	18	650	-0,94
4	Техническое помещение	75	0,98	265,16	ЖКХ	10	400	33,72
5	Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря)	75	2,28	613,38	Strong	18	550	-11,54

Продолжение таблицы 3.4

№ помещ	Наименование	Ен, лк	F, кв. м.	Фрас, лм	тип светильника	P, Вт	Фном, лм	□Ф, %
Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей								
1	Гамбур	30	2,78	296,78	ЖКХ	10	400	25,82
1,1	Коридор	75	12,14	1623,22	Lux	18	1600	-1,44
2	Узел управления	30	31,65	484,28	Strong	18	550	11,94
2,1	Техническое помещение	30	8,66	463,38	Strong	18	550	15,76
2,2	Техническое помещение	30	8,66	463,38	Strong	18	550	15,76
2,3	Техническое помещение	30	17,35	685,24	Strong	18	550	-24,58
2,4	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,8	350,10	ЖКХ	10	400	12,52
2,5	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,8	350,10	ЖКХ	10	400	12,52
3	Электрощитовая для жилой части	50	7,24	644,66	Lux	18	1600	59,73
4	Электрощитовая для нежилой части	50	10,45	933,94	Lux	18	1600	41,61

Таблица 3.5– Проверка светового потока первого этажа

№ помещ	Наименование	Ен, лк	F, кв. м.	Фрас, лм	тип светильника	P, Вт	Фном, лм	□Ф, %
Офис 101								
1,1	Рабочее помещение офиса	400	47,6	3902,05	A070	36	3600	-8,38
1,2	Рабочее помещение офиса(подсобная зона)	400	42,6	3882,08	A070	36	3600	-7,87
1,3	Рабочее помещение офиса	400	64,2	3755,12	A070	36	3600	-4,32
2	Туалет	75	3,6	468,74	ЖКХ	18	650	27,87

Продолжение таблицы 3.5

3	Помещение уборочного инвентаря	75	2,6	669,65	Inox Led	5	800	16,28
4	Эвакуационный тамбур	20	6,6	471,46	ЖКХ	12	500	5,71
Торгово-Выставочный зал 102								
1	Коридор	75	5,4	1419,65	A070	36	3600	60,58
2,1	Выставочный зал	300	37,2	2523,82	A070	36	3600	29,87
2,2	Выставочный зал сезонной персонала	300	21,4	2608,18	A070	36	3600	27,54
3	Туалет	75	2,8	361,63	ЖКХ	18	650	44,36
4	Помещение уборочного инвентаря	50	2,6	446,45	Inox Led	5	800	44,22
Офис 103								
1,1	Рабочее помещение офиса	400	53,8	3646,24	A070	36	3600	-1,26
1,2	Рабочее помещение офиса (подсобная зона)	400	42,6	3882,08	A070	36	3600	-7,85
1,3	Рабочее помещение офиса	400	64,5	3755,20	A070	36	3600	-4,32
2	Туалет	75	3,4	468,70	ЖКХ	18	650	27,86
3	Помещение уборочного инвентаря	75	2,6	669,65	Inox Led	5	800	16,28
4	Эвакуационный тамбур	20	6,4	471,44	ЖКХ	12	500	5,72
Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей								
1	Тамбур	30	4,8	525,10	ЖКХ	12	500	-5,0
1,1	Тамбур	30	3,06	326,78	ЖКХ	10	400	18,35
1,2	Тамбур	30	4,8	525,14	ЖКХ	12	500	-5,00
2	Лифтовой холл	75	9,58	1281,75	Lux	36	3200	59,90
3	Незадымленная лестничная клетка	75	14,95	2004,95	Lux	36	3200	37,40
4	Помещение уборочного инвентаря	75	3,3	830,35	Inox Led	5	800	-3,78

Продолжение таблицы 3.5

№ помещ	Наименование	Ен,лк	F, кв. м.	Фрас, лм	тип светильника	P, Вт	Фном, лм	□Ф, %
5	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,9	350,00	Ж К Х	10	400	12,50
6	Шахта для инженерных коммуникаций	20	4,9	350,00	Ж К Х	10	400	12,50

3.1.2 Определение параметров энергетической нагрузки на вводно-распределительные устройства в помещениях коммерческого назначения помещений

В нашем анализе мы уделим внимание одному из двух идентичных подъездов, которые есть в этом многоквартирном доме.

Для расчета и анализа электрической нагрузки в коммерческих помещениях, мы применили методики, предусмотренные документами РД34.20.185-94, касающимися проектирования городских электросетей, и СП 31-110-2003. Применение формулы [13] позволило нам точно определить требуемую нагрузку.

$$P_{п.об} = P_{роз} + P_{р.о} \quad (3.4)$$

где, $P_{роз}$ – мощность нагрузки розеток

$P_{р.о}$ – мощность осветительной нагрузки

$$P_{роз} = P_{роз,ук} * N_{роз} * K_{роз} \quad (3.5)$$

где, $P_{роз,уд}$ – мощность одной розетки

$N_{роз}$ – количество розеток

$K_{роз}$ – коэффициент спроса ($K_{роз} = 0,4$)

$$P_{p.o} = K_{o.c.} * P_{y.o.} \quad (3.6)$$

где, $K_{o.c.}$ – Коэффициент освещения ($K_{o.c.} = 1,1$)

$P_{y.o.}$ – мощность осветительных приборов

$$P_{y.o.} = P_o * N \quad (3.7)$$

где, P_o – мощность одного осветительного прибора

N – Количество ламп

К нежилым помещения относятся:

-цоколь

-первый этаж.

1) Вычислим величину нагрузки, которая будет действовать на цокольный этаж:

Расчет розеточной нагрузки

Таблица 3.6– Мощность розеточной группы

Вид розетки	Мощность (кВт)	Кол-во	Сумм кол-во
Двойные	2	6	12
Двойные	0,5	20	40
Одинарные	0,62	3	3

$$P_{роз} = 0,4 * (2 * 12 + 0,5 * 40 + 0,62 * 3) = 18,35 \text{ кВт}$$

Расчет осветительной нагрузки

Таблица 3.7– Мощность осветительной группы

Вид лампы	Мощность (Вт)	Кол-во ламп	Мощность осветительной нагрузки($P_{y.o.}$,Вт)
АО70	36	48	1728
ЖКХ(1)	12	8	96
Вид лампы	Мощность (Вт)	Кол-во ламп	Мощность осветительной нагрузки($P_{y.o.}$,Вт)
Strong(1)	18	8	144
ЖКХ(2)	10	7	70
Strong(2)	27	2	54
Lux	18	6	108

$$P_{p.o.} = K_{o.c.} * \sum P_{y.o.} = 1,1 * (1728 + 96 + 144 + 70 + 54 + 108) = 2420 \text{ Вт} = 2,42 \text{ кВт}$$

Находим расчетную нагрузку

$$P_{n.o6} = 18,34 + 2,42 = 20,76 \text{ кВт}$$

2) Вычислим нагрузку, которая прилагается к первому уровню здания:

Расчет розеточной нагрузки

Таблица 3.8– Мощность розеточной группы

Розетка	Вид розетки	Мощность (кВт)	Кол-во	Сумм кол-во
1	Двойные	0,5	33	66
2	Двойные	2	7	14
4	Двойные	1	2	4

$$P_{роз} = 0,4 * (0,5 * 66 + 2 * 14 + 1 * 4) = 26 \text{ кВт}$$

Расчет осветительной нагрузки

Таблица 3.9 Мощность осветительной группы

Вид лампы	Мощность (Вт)	Кол-во ламп	Мощность осветительной нагрузки($P_{y.o.}$,Вт)
АО70	36	83	2988
ЖКХ(1)	12	7	84
ЖКХ(2)	10	3	30
INOX	5	4	20
ЖКХ(3)	18	4	72

$$P_{p.o.} = K_{o.c.} * \sum P_{y.o.} = 1,1 * (2988 + 84 + 30 + 20 + 72) = 3194 \text{ Вт} = 3,19 \text{ кВт}$$

Вычисляем расчетную нагрузку

$$P_{n.ob} = 26 + 3,19 = 29,19 \text{ кВт}$$

3.1.3 Вычисление нагрузки ВРУ жилого дома

Расчетная нагрузка ВРУ считается по формуле [23]

$$P = P_{кв} + 0,9P_c \quad (3.8)$$

где, $P_{кв}$ – расчетная электрическая нагрузка квартир

P_c – расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников

$$P_{кв} = P_{кв.уд} * N \quad (3.9)$$

где, $P_{кв.уд}$ – удельная электрическая нагрузка квартир,

N – количество квартир

$$P_c = P_{р.л} + P_{сту} \quad (3.10)$$

где, $P_{р.л}$ – мощность лифтов

$P_{сту}$ – мощность электродвигателей вентиляторов, насосов, и т д

$$P_{р.л} = K_c * N * P_l \quad (3.11)$$

где, K_c – коэффициент спроса ($K_c = 0,8$)

N – количество лифтов

P_l – мощность лифта

$$P_{сту} = K_c * N * P_{co} \quad (3.12)$$

где, K_c – Коэффициент спроса ($K_c = 0,77$)

N – количество двигателей

P_C – мощность двигателя

$P_{КВ,уд} = 1,5$ кВт/квар, $N = 88$ (на один подъезд) отсюда следует, что

$$P_{КВ} = 1,5 * 88 = 132 \text{ кВт}$$

В нашем проекте установлены два лифта: пассажирский, работающий с мощностью в 4 кВт, и второй, более мощный, с параметрами в 10 кВт. Однако, несмотря на разность в мощностях, оба лифта испытывают равные нагрузки.

$$P_{р.л} = 0,8 * (10+4) = 11,2 \text{ кВт}$$

Ожидается, что номинальная нагрузка для электродвигателей будет установлена на определённом уровне:

$$P_{CO1} = P_{CO2} = 0,165 \text{ кВт}$$

$$P_{CO3} = P_{CO4} = 0,06 \text{ кВт}$$

Проектирование электродвигателей предусматривает установку номинальной нагрузки следующего порядка:

$$P_{Сту} = 0,77 * (0,165 * 2 + 0,06 * 2) = 0,34 \text{ кВт}$$

Силовые электроприемники имеют расчетную электрическую нагрузку, которая определяется как:

$$P_C = 11,2 + 0,34 = 11,54 \text{ кВт}$$

Величина, равная расчетной нагрузке ВРУ, составляет:

$$P = 132 + 0,9 * 11,54 = 142,38 \text{ кВт}$$

3.1.4 Вычисление параметров системы освещения на основе электротехники

Осветительные устройства получают электроэнергию, которая передается по специализированным линиям от подстанций. Эти линии, называемые групповыми, соединяются с меньшими щитками, распределяющими энергию непосредственно к источникам света.

Подстанции обеспечивают напряжение в 220 вольт для обычного освещения, при этом существуют отдельные цепи, прямо подключенные к низковольтным шинам подстанций, для подачи электричества к системам рабочего освещения.

Осуществляем размещение светильников вдоль групповой линии в соответствии с их фазами. Делается это для того, чтобы уменьшить влияние стробоскопического эффекта, снизить ущерб при пропадании напряжения в одной из фаз и уменьшить потери мощности и напряжения в проводе, [15]

$$M = \sum P_i * L_i \quad (3.13)$$

где, P_i — мощность лампы, кВт;

L_i — расстояние от лампы до источника питания, м.

Ток для однофазной линии находим по формуле:

$$I = \frac{\sum P}{U * \cos f} \quad (3.14)$$

где, U — напряжение сети (220в)

$\sum P$ — суммарная мощность фазы,

$\cos f = 1$

Для трехфазной линии ток находится по формуле:

$$I = \frac{\sum P}{\sqrt{3} * U * \cos f} \quad (3.15)$$

где, U — напряжение сети (380в)

$\sum P$ — суммарная мощность линии,

$\cos f = 1$

Для каждой секции цокольного этажа, оснащенной отдельными щитками освещения, мы выполним осветительный расчет. В случае обнаружения, что ток в какой-либо линии ниже, чем в одной из фаз, мы направим в нее ток от фазы с максимальным значением.

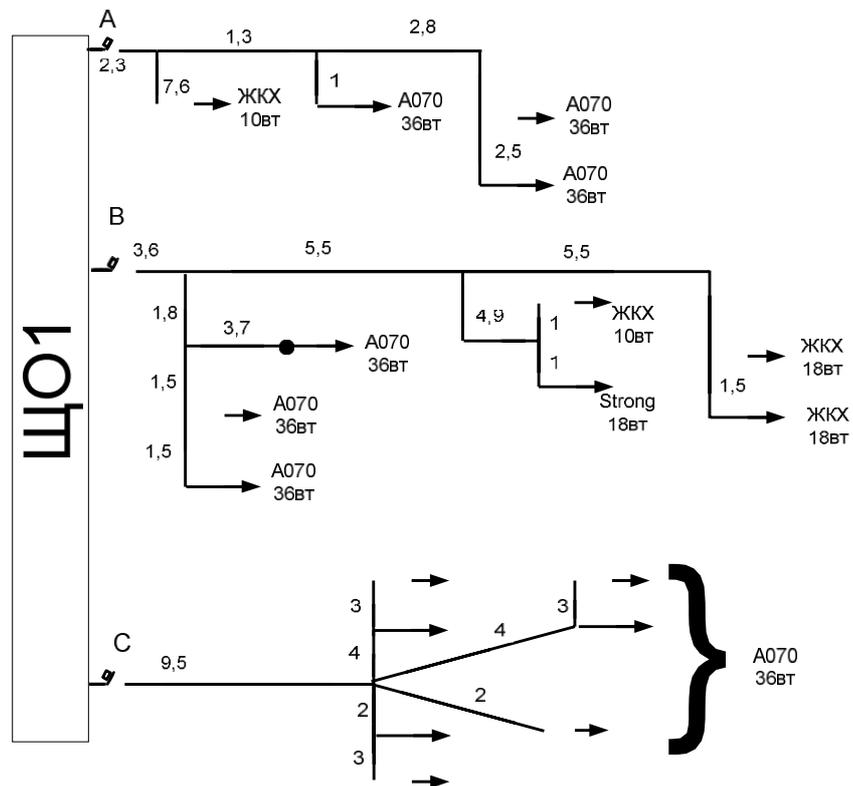


Рисунок 3.1 – освещение цоколя в торгово-выставочном зале №001 в виде однолинейной схемы

Найдем моменты на каждой фазе

$$M_A = 887,4 \text{ Вт*м}$$

$$M_B = 2081,4 \text{ Вт*м}$$

$$M_C = 3510 \text{ Вт*м}$$

Ток в каждой фазе

$$I_A = 0,53$$

$$I_B = 0,78$$

$$I_C = 1,14 \text{ А}$$

Момент от ВРУ до щитка

$$M(\text{ЩС1-ВРУ}) = 542 * 20 = 10840 \text{ Вт*м}$$

Ток от ВРУ до щитка

$$I(\text{ЩС1-ВРУ}) = 0,82 \text{ А} , I(\text{ЩС1-ВРУ}) < I_C , \text{ Тогда } I(\text{ЩС1-ВРУ}) = 1,14 \text{ А}$$

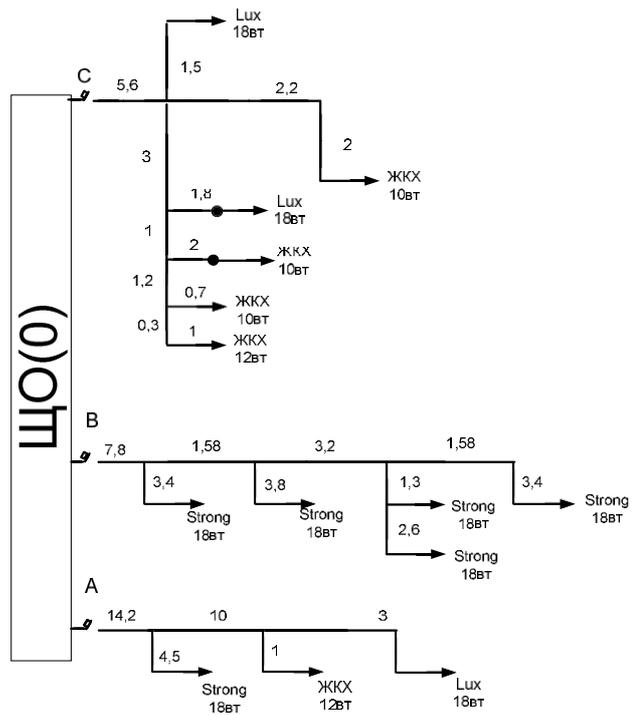


Рисунок 3.4 однолинейная схема освещения цокольного этажа (помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей)

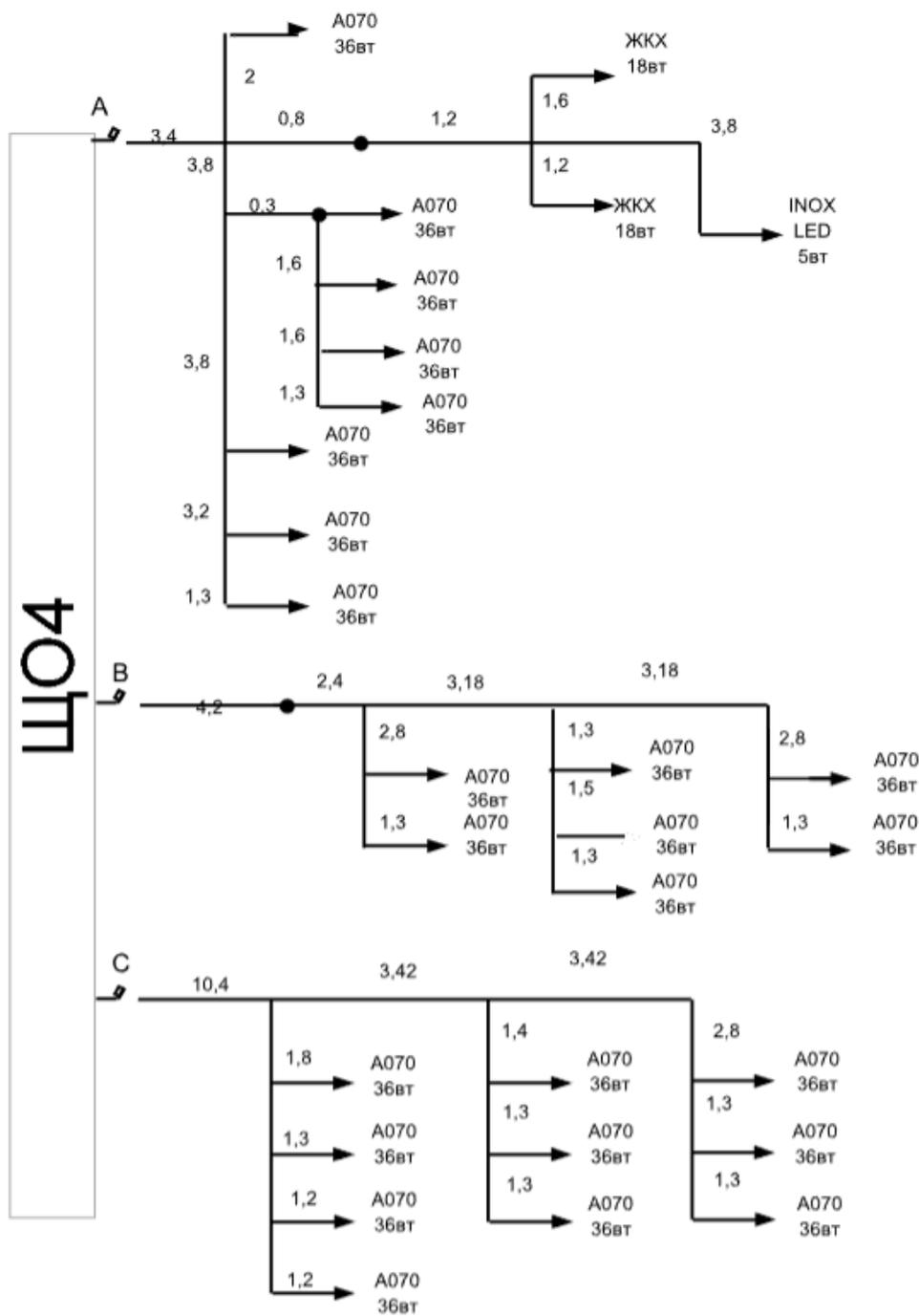


Рисунок 3.5 однолинейная схема освещения первого этажа (офис №101)

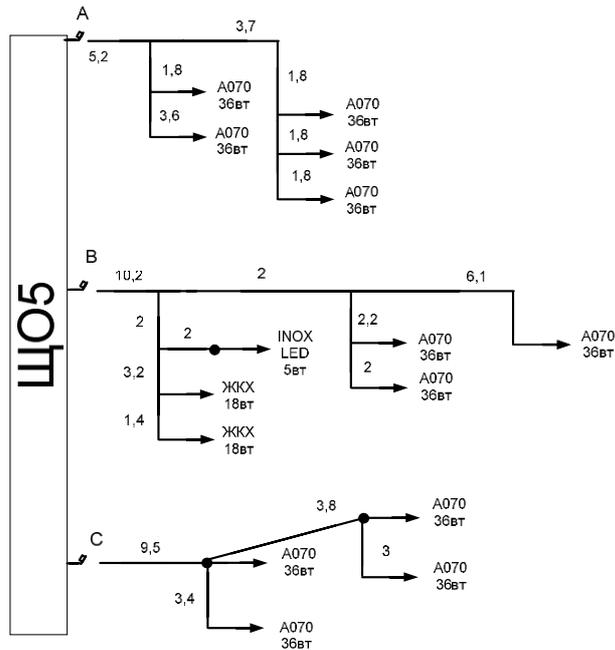


Рисунок 3.6 однолинейная схема освещения первого этажа (Торгово-выставочный зал №102)

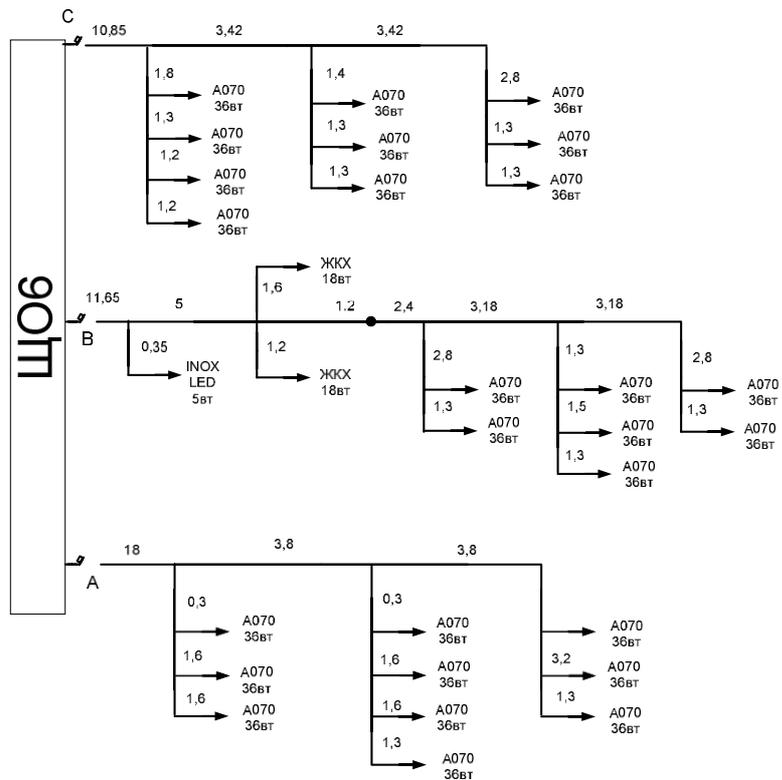


Рисунок 3.7 однолинейная схема освещения первого этажа (офис №103)

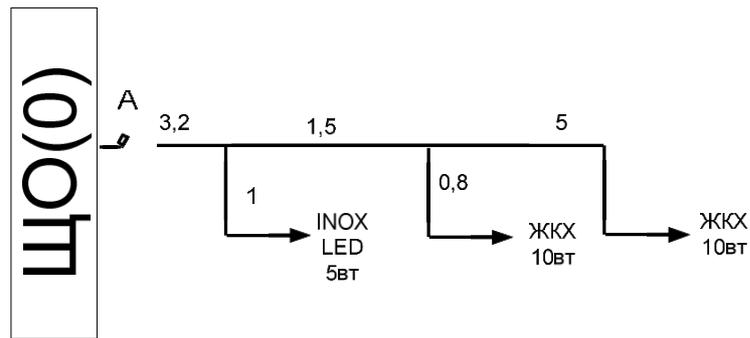


Рисунок 3.8 однолинейная схема освещения помещения жилой части блок-секции

Таблица 3.12– расчет моментов щитков освещения первого этажа

Помещение	М кВт*м	ΣP Вт	I А
Офис 101			
Фаза А	3,4	325	1,47
Фаза В	3,2	252	1,14
Фаза С	6,1	360	1,63
Торгово-Выставочный зал 102			
Фаза А	1,98	180	0,81
Фаза В	2,4	149	0,67
Фаза С	1,87	144	0,65
Офис 103			
Фаза А	8,7	360	1,63
Фаза В	7,4	293	1,33
Фаза С	6,27	360	1,63
Помещения жилой части блок-секции			
Фаза А	0,168	25	0,11

Таблица 3.13– расчет моментов освещения ВРУ первого этажа

Линия	L м	М кВт*м	ΣP Вт	I расч	IA
ЩО4-ВРУ2	19,18	18,83	982	1,49	1,63
ЩО5-ВРУ2	28,31	14,66	518	0,79	0,81
ЩО6-ВРУ2	25,7	27,19	1058	1,61	1,63
ЩО(0)-ВРУ1	8,2	0,205	25	0,04	0,11

3.1.5 Расчет нагрузок электроприемников и разбиение на группы распределительных щитов и этажных щитков

Нам предстоит провести расчеты нагрузок на розеточные группы в общедомовых помещениях, определить общую нагрузку на квартиры и щитки каждого этажа.

Аналогично расчетам мощностей и токов в линиях освещения, проводятся вычисления для линии в соответствии с аналогичными принципами.

Расчет розеточной группы цоколя Торгово-Выставочный зал 001

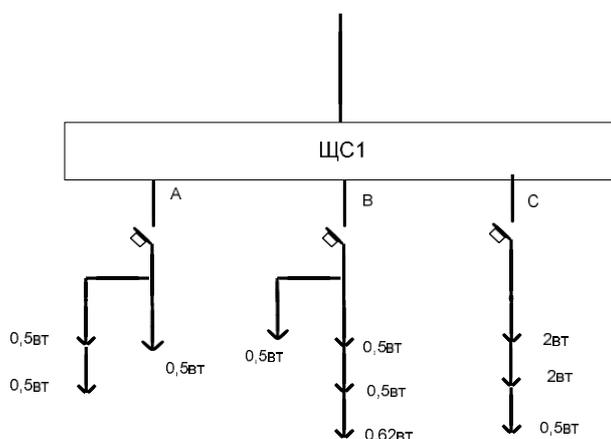


Рисунок 3.9 однолинейная схема розеточной группы Торгово-выставочный зал 001(цокольный этаж)

$$P_{\Sigma A} = 0,5 * 3 = 1,5 \text{ кВт} = 1500 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma B} = 0,5 * 3 + 0,62 = 2,12 \text{ кВт} = 2120 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma C} = 2 * 2 + 0,5 = 4,5 \text{ кВт} = 4500 \text{ Вт}$$

$$I_A = \frac{1500}{220} = 6,8 \text{ А}$$

$$I_B = \frac{2120}{220} = 9,6 \text{ А}$$

$$I_C = \frac{4500}{220} = 20,45 \text{ А}$$

От щитка до ВРУ берем наибольший ток на фазах,

$$I = I_C = 20,45 \text{ A}$$

Установим нагрузку для оставшихся комнат и занесем расчеты в таблицу:

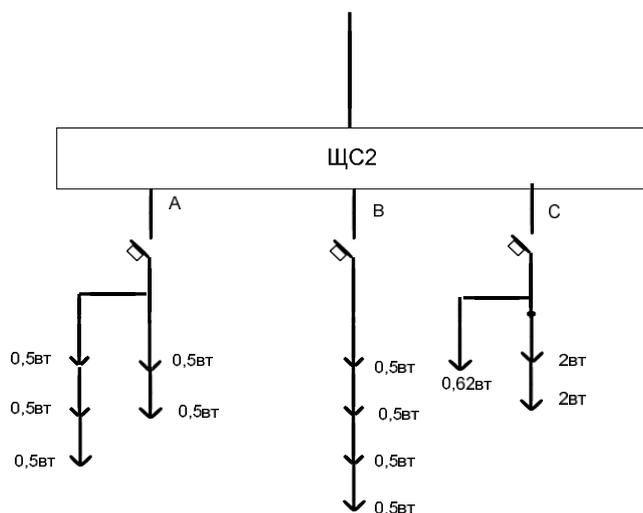


Рисунок 3.10 однолинейная схема розеточной группы Торгово-Выставочный зал 002(цокольный этаж)

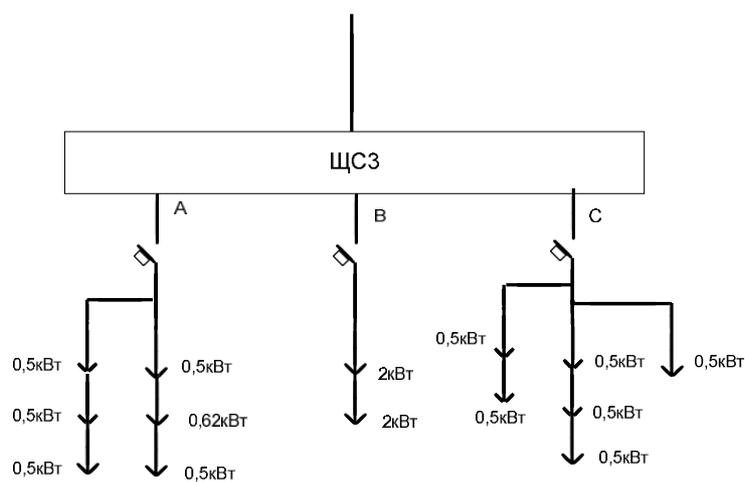


Рисунок 3.11 однолинейная схема розеточной группы Торгово-Выставочный зал 003(цокольный этаж)

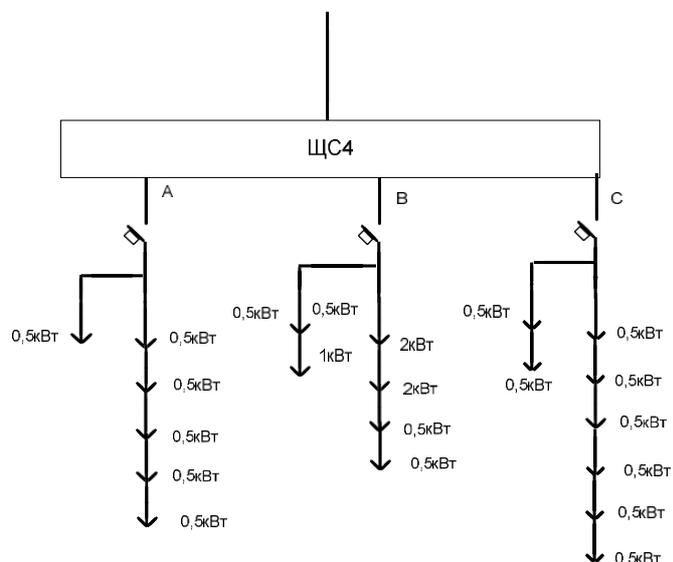


Рисунок 3.12 однолинейная схема розеточной группы Офис 101(первый этаж)

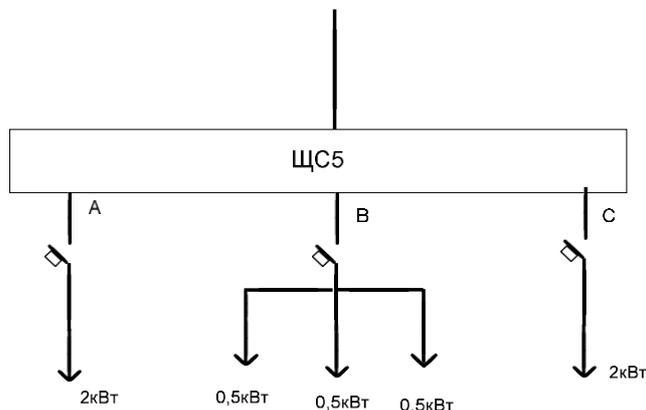


Рисунок 3.13 однолинейная схема розеточной группы Торгово-Выставочный зал (первый этаж)

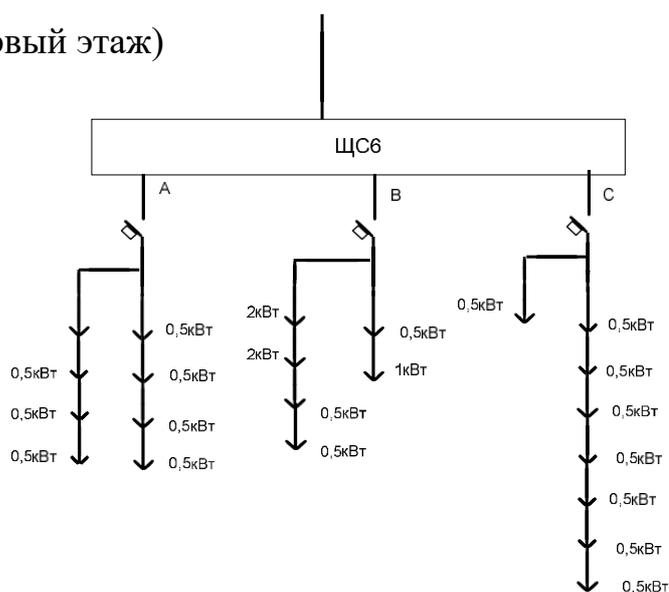


Рисунок 3.14 однолинейная схема розеточной группы Офис 103

Таблица 3.14– Расчет нагрузки силовых щитков цокольного и первого этажей

Помещени е	$\Sigma P \text{ Вт}$	I A
Торгово-Выставочный зал 001		
Помещение	$\Sigma P \text{ Вт}$	I A
Фаза В	2120	9,6
Фаза С	4500	20,45
Торгово-Выставочный зал 002		
Фаза А	2500	11,36
Фаза В	2000	9,09
Фаза С	4620	21
Торгово-Выставочный зал 003		
Фаза А	3120	14,18
Фаза В	4000	18,18
Фаза С	3000	13,63
Офис 101		
Фаза А	3000	13,63
Фаза В	6500	29,54
Фаза С	4000	18
Торгово-Выставочный зал 102		
Фаза А	2000	9
Фаза В	1500	6,8
Фаза С	2000	9
Офис 103		
Фаза А	4000	18
Фаза В	6500	29
Фаза С	4000	18

Таблица 3.15– расчет силовой нагрузки ВРУ цокольного и первого этаже

Линия	$\Sigma P \text{ Вт}$	I расч А	I A
ЩС1-ВРУ2	8120	12,35	20,45
ЩС2-ВРУ2	9120	13,87	21
ЩС3-ВРУ2	10120	15,39	18,18
ЩС4-ВРУ2	13500	20,54	29,54
ЩС5-ВРУ2	5500	8,37	9
ЩС6-ВРУ2	14500	22,06	29

Произведем расчет нагрузки квартир

На каждом этаже расположено восемь квартир. Квартиры, находящиеся с 2 по 6 этаж, подключены к одному электрическому щитку, тогда как те, что располагаются с 7 по 12 этаж, обслуживаются другим щитком.

$$P_{\text{плит}} = 8 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв}} = S_{\text{кв}} * P_{\text{осв.уд}} \quad (3.16)$$

где, $S_{\text{кв}}$ – площадь квартиры

$$P_{\text{осв.уд}} = 30 \text{ Вт (для 40 квартир)}$$

$$P_{\text{роз}} = K_{\text{о}} * K_{\text{с}} * N * P_{\text{р}} \quad (3.17)$$

где, $K_{\text{о}}$ – коэффициент одновременности ($K_{\text{о}} = 1$)

$K_{\text{с}}$ – коэффициент ($K_{\text{с}} = 0,75$) N – число квартир

$P_{\text{р}}$ – мощность розетки, кВт

$$P_{\text{роз}} = 1 * 0,75 * 8 * 0,5 = 3 \text{ кВт}$$

Произведем расчет нагрузок квартир и занесем данные в таблицу

Таблица 3.16– расчетная нагрузка квартир одного этажа (2-6 этаж)

Квартира	S, м2	Росв уд, кВт	Росв, кВт	Р плит	Рроз	Росв	Р кв, кВт
1А1	30,10	0,030	0,90	8	5,4	0,90	14,303
1А1	30,10	0,030	0,90	8	5,4	0,90	14,303
1Б1	28,90	0,030	0,87	8	5,4	0,87	14,267
1Б1	28,90	0,030	0,87	8	5,4	0,87	14,267
1В1	26,00	0,030	0,78	8	5,4	0,78	14,18
1В2	26,00	0,030	0,78	8	5,4	0,78	14,18
3А	89,70	0,030	2,69	8	5,4	2,69	16,091
3А	89,70	0,030	2,69	8	5,4	2,69	16,091
						$\sum P_{\text{кв}}$ кВт	117,682

Находим общую нагрузку на квартиры с 2 по 6 этаж

$$P_{\text{ЭТ КВ}} = \sum P_{\text{КВ}} * K_{\text{О}} * K_{\text{С}} * N \quad (3.18)$$

где, $K_{\text{О}}$ – коэффициент одновременности ($K_{\text{О}} = 0,2$)

$K_{\text{С}}$ – коэффициент ($K_{\text{С}} = 0,7$) N – число этажей;

$\sum P$ – мощность нагрузки одного этажа, кВт

$$P_{\text{ЭТ КВ}} = 117,682 * 0,2 * 0,7 * 5 = 82,37 \text{ кВт}$$

Также рассчитаем нагрузку квартир с 7 по 12 этаж

$$P_{\text{осв.уд}} = 20 \text{ Вт (для 48 квартир)}$$

Таблица 3.17– расчетная нагрузка квартир одного этажа (7-12 этаж)

Квартира	S , м2	Росв уд , кВт	Росв , кВт	Р плит	Рроз	Росв	Р кв, кВт
1А2	47,30	0,02	0,95	8	5,4	0,95	14,346
1А2	47,30	0,02	0,95	8	5,4	0,95	14,346
1Б2	30,50	0,02	0,61	8	5,4	0,61	14,01
1Б2	30,50	0,02	0,61	8	5,4	0,61	14,01
1В1	26,00	0,02	0,52	8	5,4	0,52	13,92
1В2	26,00	0,02	0,52	8	5,4	0,52	13,92
2А	71,10	0,02	1,42	8	5,4	1,42	14,822
2А	71,10	0,02	1,42	8	5,4	1,42	14,822
$\sum P_{\text{КВ}}$							114,196

Рассчитываем общую нагрузку квартир с 7 по 12 этаж

$$P_{\text{ЭТ КВ}} = 114,196 * 0,2 * 0,7 * 6 = 92,92 \text{ кВт}$$

3.1.6 Фазовое распределение несимметричной электрической нагрузки

На первом и цокольном этажах нагрузка разделена на три отдельные

линии, которые обеспечивают питание силовых щитов и освещения. Каждый этаж обеспечивает питание для восьми квартир от соответствующих щитков.

Таблица 3.18– Распределение несимметричной электрической нагрузки щитков освещения цоколя и первого этажа

линия	Ррасч, Вт	фаза
ЩО1-(001)	118	А
ЩО1-(001)	168	В
ЩО1-(001)	252	С
ЩО2-(002)	180	А
ЩО2-(002)	150	В
ЩО2-(002)	258	С
ЩО3-(003)	284	А
ЩО3-(003)	140	В
ЩО3-(003)	109	С
ЩО4-(101)	325	А
ЩО4-(101)	252	В
ЩО4-(101)	360	С
ЩО5-(102)	180	А
ЩО5-(102)	149	В
ЩО5-(102)	144	С
ЩО6-(103)	360	А
ЩО6-(103)	293	В
ЩО6-(103)	360	С

$$P_{\Sigma A} = 1447 \text{ Вт} \quad P_{\Sigma B} = 1152 \text{ Вт} \quad P_{\Sigma C} = 1483 \text{ Вт}$$

Таблица 3.19– Распределение несимметричной электрической нагрузки этажных щитков

Этаж	Фаза А(№кв)	Фаза А (ΣР, кВт)	Фаза Б(№кв)	Фаза Б (ΣР, кВт)	Фаза С (№кв)	Фаза С (ΣР, кВт)
2	1А1, 1А1, 1Б1	42,873	1Б1, 1В1, 1В2	42,627	3А,3А	32,182
3	3А, 3А, 1А1	46,485	1А1, 1Б1	28,57	1Б1, 1В1, 1В2	42,627
4	1Б1, 1В1	28,447	1В2, 3А, 3А	46,362	1А1, 1А1, 1Б1	42,873
5	1В2, 3А, 1Б1	44,538	3А, 1А1, 1А1	44,697	1Б1, 1В1	28,447
6	1Б1, 1В1, 1В2	42,627	3А, 1Б1	30,358	3А, 1А1, 1А1	44,697
7	1А2, 1А2	28,692	1Б2, 1В1, 1В2	41,85	2А, 2А, 1Б2	43,654

8	2А, 2А, 1В2	43,654	1А2, 1А2, 1В2	42,702	1В1, 1В2	27,84
9	1В1, 1В2, 2А	42,662	1А2, 1В2	28,356	2А, 1В2, 1А2	43,178
10	1В1, 2А	28,742	1В2, 2А, 1А2	43,088	1А2, 1В2, 1В2	42,366
11	1В1, 1А2, 1В2	42,276	1В2, 1А2, 1В2	42,276	2А, 2А	29,644
12	2А, 1В1, 1А2	43,088	2А, 1А2	29,168	1В2, 1В2, 1В2	41,94

$$P_{\Sigma A} = 432 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma B} = 420 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma C} = 419,44 \text{ кВт}$$

Таблица 3.20– Распределение несимметричной электрической нагрузки силовых щитов цоколя и первого этажа

линия	Ррасч, Вт	фаза
ЩС1- (001)	1500	А
ЩС1- (001)	2120	В
ЩС1- (001)	4500	С
ЩС2-(002)	2500	А
ЩС2-(002)	2000	В
ЩС2-(002)	4620	С
ЩС3-(003)	3120	А
ЩС3-(003)	4000	В
ЩС3-(003)	3000	С
ЩС4- (101)	3000	А
ЩС4- (101)	6500	В
ЩС4- (101)	4000	С
ЩС5-(102)	2000	А
ЩС5-(102)	1500	В
ЩС5-(102)	2000	С
ЩС6- (103)	4000	А
ЩС6- (103)	6500	В
ЩС6- (103)	4000	С

$$P_{\Sigma A} = 16,12 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma B} = 22,62 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma C} = 22,12 \text{ кВт}$$

3.1.7 Расчет нагрузки потребителей I категории и выбор ВРУ с АВР

Электроприемники, отнесенные к первой категории, характеризуются как критически важные, поскольку прерывание электроснабжения для них чревато риском для жизни людей.

Следовательно, принцип работы этой системы основан на постоянном получении электроэнергии через два отдельных канала, где процесс автоматического перевода энергии с одного канала на другой выполняется за мгновения.

В районах, предназначенных для проживания и коммерческой деятельности, функционируют специализированные распределительные устройства с автоматическим вводом резерва, обслуживающие объекты, относящиеся к первой категории потребителей.

Таблица 3.21– Расчет нагрузки потребителей I категории нежилой зоны

Наименование	Марка	P, кВт
Освещение лифтового холла	Гр.А 1	0,04
Сумеречный выключатель (фотоэлемент в комплекте)	Гр.А 2	0,1
Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №001	ЩАО 1 - Н	0,3
Аварийное освещение Офис №101	ЩАО 4 - Н	0,3
Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №002	ЩАО 2 - Н	0,3
Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №102	ЩАО 5 - Н	0,3
Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №003	ЩАО 3 - Н	0,3
Аварийное освещение Офис №103	ЩАО 6 - Н	0,3
Циркуляционные насосы ИТП	Гр.Р	0,01
	НЦ3-Н	0,045
	НЦ4-Н	0,045

Таблица 3.22– Расчет нагрузки потребителей I категории жилой зоны

Наименование	Марка	P, кВт
лифтовые установки	М3	12
	М4	12
Аварийное освещение лифтового хола	Гр.А1	0,75
	Гр.А2	0,75
Аварийное освещение подвала и первого этажа	Гр.А3	0,2
Освещение входа указателя дома	Гр.А4	0,2
Пожарная сигнализация	ПКП-Н	0,01
Пожарная вентиляция	ЩПВ-Н1	6,3
Подъёмник для инвалидов	Гр.А5	0,75
Циркуляционные насосы ИТП	НЦ-Н1	0,23
	НЦ-Н2	0,23
	Гр.Р3	0,01
	ΣP , кВт	33,43

3.2 Выбор и расчет схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.

3.2.1 Выбор устройств для коммутации

На передовом месте в арсенале средств для обеспечения безопасности в электрических системах стоят УЗО. Они выделяются своей способностью предотвратить длительное прохождение электрического тока через тело человека, случайно оказавшегося под напряжением, благодаря их молниеносной реакции на проблему (отключение происходит за считанные сотые доли секунды), что предупреждает серьезные последствия.

В арсенале методов предотвращения утечек электрического тока дифференциальные защитные устройства (УЗО) выделяются своей уникальностью. Эти устройства способны обнаруживать нарушения в потоке

тока и предотвратить возможные несчастные случаи, связанные как с косвенным, так и с прямым контактом людей с электрическими частями, находящимися под напряжением. В отличие от традиционных методов, таких как заземление, зануление или выравнивание потенциалов, УЗО предлагает дополнительную защиту, предупреждая прямые прикосновения к источникам тока. Более того, эти устройства играют ключевую роль в предотвращении пожаров, обусловленных утечками тока из-за ухудшения состояния изоляции.

Для гарантии безопасности на этом объекте применение автоматических устройств с разнообразными степенями номинального тока (5, 16, 25, 32, 40, 100, 160 А) является нормой. Подбор соответствующего автомата зависит от мощности потребляемого тока по линии, причем для обеспечения надежности, этот показатель должен превышать номинальную мощность автомата при однофазной нагрузке в 3 раза и при трехфазной нагрузке в 5 раз.

Таблица 3.21– Выбор устройств для коммутации ВРУ1 в жилых помещениях

№ Линии	Рр, Вт	Ip, А	Тип автомата	Ин.а, А	Ирасц, А	хар-ка автомата
ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)						
(2-6)этаж						
Квартирные автоматы						
ЩЭ2-1А1	14000	63,64	ВА47-29	100	300	В
Щ1А1-1А1(П)	8000	36,36	ВА47-29	40	120	В
Щ1А1-1А1(Р)	5400	24,55	ВА47-29	25	75	В
Щ1А1-1А1(О)	900	4,09	ВА47-29	16	48	В
ЩЭ2-1Б1	14000	63,64	ВА47-29	100	300	В

Продолжение таблицы 3.21

№ Линии	Рр, Вт	Ip, А	Тип автомата	Ин.а, А	Iрасц, А	хар-ка автомата
Щ1В1-1В1(П)	8000	36,36	ВА47-29	40	120	В
Щ1В1-1А1(Р)	5400	24,55	ВА47-29	25	75	В
№ Линии	Рр, Вт	Ip, А	Тип автомата	Ин.а, А	Iрасц, А	хар-ка автомата
Щ1В1-1В1(О)	870	3,95	ВА47-29	16	48	В
ЩЭ2-1В1	14000	63,64	ВА47-29	100	300	В
Щ1В1-1В1(П)	8000	36,36	ВА47-29	40	120	В
ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)						
(2-6)этаж						
Квартирные автоматы						
Щ1В1-1В1(Р)	5400	24,55	ВА47-29	25	75	В
Щ1В1-1В1(О)	780	3,55	ВА47-29	16	48	В
ЩЭ2-1В2	14000	63,64	ВА47-29	100	300	В
Щ1В2-1В2(П)	8000	36,36	ВА47-29	40	120	В
Щ1В2-1В2(Р)	5400	24,55	ВА47-29	25	75	В
Щ1В2-1В2(О)	780	3,55	ВА47-29	16	48	В
ЩЭ2-3А	16000	72,73	ВА47-29	100	300	В
Щ3А-3А(П)	8000	36,36	ВА47-29	40	120	В
Щ3А-3А(Р)	5400	24,55	ВА47-29	25	75	В
Щ3А-3А(О)	2690	12,23	ВА47-29	16	48	В
этажные автоматы						
ВРУ1-М1	83000	126,25	ВА47-30	160	800	С

На этажах с 7 по 12 будут установлены те же типы автоматов, что уже функционируют со 2 по 6 этаж.

Таблица 3.22– Выбор аппаратов коммутации ВРУ1 (потребители II и III категории)

№ Линии	Рр, Вт	Ip, А	Тип автомата	Ин.а, А	Ирасц, А	хар-ка автомата
ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)						
Освещение тех помещений(цоколь и первый этаж)						
ЩО(0)-А(004)	48	0,22	ВА47-29	5	15	В
ЩО(0)-В(004)	90	0,41	ВА47-29	5	15	В
ЩО(0)-С(004)	78	0,35	ВА47-29	5	15	В
ЩО(0)-А(104)	25	0,11	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1- ЩО(0)	241	1,09	ВА47-29	5	15	В
Освещение коридора для квартир						
ВРУ1-Гр.1	1410	6,41	ВА47-29	16	48	В
Розетки для уборочных машин						
ВРУ1-Гр.р1	120	0,55	ВА47-29	5	15	В
Домофон						
ВРУ1-Гр.4	570	2,59	ВА47-29	16	48	В

Таблица 3.23– Выбор аппаратов коммутации ВРУ1.2 (потребители I категории)

№ Линии	Рр, Вт	Ip, А	Тип автомата	Ин.а, А	Ирасц, А	хар-ка автомата
ВРУ1(потребители 1 категории)						
ВРУ1.2-М3	12000	24,34	ВА47-29	25	250	С
ВРУ1.2-М4	12000	24,34	ВА47-29	25	250	С
ВРУ1.2-Гр.А1	750	3,41	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1.2-Гр.А2	750	3,41	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1.2-Гр.А3	200	0,91	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1.2-Гр.А4	200	0,91	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1.2-ПКП-Н	10	0,05	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1.2-ЩПВН1	6300	28,64	ВА47-29	32	96	В
ВРУ1.2-Гр.А5	750	3,41	ВА47-29	5	15	В
ВРУ1.2-НЦН1	230	0,35	ВА47-29	5	25	С
ВРУ1.2-НЦН2	230	0,35	ВА47-29	5	25	С
ВРУ1.2-Гр.Р3	10	0,05	ВА47-29	5	6	В

Таблица 3.25– Выбор аппаратов коммутации ВРУ2.2 (потребители I категории)

№ Линии	Рр, Вт	Ip, А	Тип автомата	И.а, А	Ирасц, А	хар-ка автомата
ВРУ 2 (потребители I категории)						
ВРУ2.2-Гр.А 1	40	0,18	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-Гр.А 2	100	0,45	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-ЩАО1	300	1,36	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-ЩАО2	300	1,36	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-ЩАО3	300	1,36	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-ЩАО4	300	1,36	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-ЩАО5	300	1,36	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-ЩАО6	300	1,36	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-Гр.Р	10	0,05	ВА47-29	5	15	В
ВРУ2.2-НЦ3-Н	45	0,07	ВА47-29	5	25	С
ВРУ2.2-НЦ4-Н	45	0,07	ВА47-29	5	25	С

Таблица 3.26– Выбор аппаратов коммутации ВРУ

№ Линии	Рр, кВт	Ip, А	Тип автомата	И.а, А	Ирасц, А	хар-ка автомата
ТП-ВРУ1	142,38	228,3	ВА47-29	250	1250	С
ТП-ВРУ2	29,19	41,23	ВА47-29	63	315	С
ТП-ВРУ1.2	33,43	53,61	ВА47-29	63	315	С
ТП-ВРУ2.2	32,04	3,27	ВА47-29	5	25	С

3.2.2 Выбор кабельных изделий

При подборе кабеля важно учитывать, что его допустимая нагрузка по току должна превышать номинальную нагрузку используемого коммутационного устройства.[24]

$$I_{доk} \geq I_{н.а} * 1,45 \quad (3.19)$$

Уменьшенное сечение кабеля может вызвать его перегрев, что может вызвать такие последствия, как повреждение изолирующего слоя, что в свою очередь может привести к короткому замыканию и пожару.

Если тип линии однофазный, то используется кабель, имеющий три жилы. В свою очередь, в трехфазных линиях и

Выбранные сечения представлены в таблице.

Таблица 3.27– Выбор кабельной продукции ВРУ1 в жилых помещениях

№ Линии	Тип автомата	И _{н.а} , А	И _{н.а} , А*1,45	Тип кабеля(сечение)	И _{доп} , А
ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)					
(2-6)этаж					
Квартирные автоматы					
ЩЭ2-1А1	ВА47-29	100	145	ВВГ3х50	175
Щ1А1-1А1(П)	ВА47-29	40	58	ВВГ3х10	70
Щ1А1-1А1(Р)	ВА47-29	25	36,25	ВВГ3х4	38
Щ1А1-1А1(О)	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27
ЩЭ2-1Б1	ВА47-29	100	145	ВВГ3х50	175
Щ1Б1-1Б1(П)	ВА47-29	40	58	ВВГ3х10	70
Щ1Б1-1А1(Р)	ВА47-29	25	36,25	ВВГ3х4	38
Щ1Б1-1Б1(О)	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27
ЩЭ2-1В1	ВА47-29	100	145	ВВГ3х50	175
Щ1В1-1В1(П)	ВА47-29	40	58	ВВГ3х10	70
Щ1В1-1В1(Р)	ВА47-29	25	36,25	ВВГ3х4	38

Продолжение таблицы 3.27

№ Линии	Тип автомата	И.а, А	И.а, А*1,45	Тип кабеля(сечение)	Идоп, А
Щ1В1-1В1(О)	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27
ЩЭ2-1В2	ВА47-29	100	145	ВВГ3х50	175
Щ1В2-1В2(П)	ВА47-29	40	58	ВВГ3х10	70
Щ1В2-1В2(Р)	ВА47-29	25	36,25	ВВГ3х4	38
Щ1В2-1В2(О)	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27
ЩЭ2-3А	ВА47-29	100	145	ВВГ3х50	175
ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)					
(2-6)этаж					
Квартирные автоматы					
Щ3А-3А(П)	ВА47-29	40	58	ВВГ3х10	70
Щ3А-3А(Р)	ВА47-29	25	36,25	ВВГ3х4	38
Щ3А-3А(О)	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27
этажные автоматы					
ВРУ1-М1	ВА47-29	160	232	ВВГ5х120	260

Сечения, подобные тем, что расположены с 2-го по 6-й этаж, применяют и в пространстве между 7-м и 12-м этажами.

Таблица 3.28– Выбор кабельной продукции (ВРУ1 потребители II и III категории)

№ Линии	Тип автомата	И.а, А	И.а, А*1,45	Тип кабеля(сечение)	Идоп, А
ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)					
Освещение тех помещений(цоколь и первый этаж)					
ЩО(0)-А(004)	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ЩО(0)-В(004)	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ЩО(0)-С(004)	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ЩО(0)-А(104)	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1- ЩО(0)	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
Освещение коридора для квартир					
ВРУ1-Гр.1	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27
Розетки для уборочных машин					
ВРУ1-Гр.р1	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
Домофон					
ВРУ1-Гр.4	ВА47-29	16	23,2	ВВГ3х2,5	27

Таблица 3.29– Выбор кабельной продукции (ВРУ1.2 потребители I категории)

№ Линии	Тип автомата	И.а, А	И.а, А*1,45	Тип кабеля(сечение)	Идоп, А
ВРУ1(потребители 1 категории)					
ВРУ1.2-М3	ВА47-29	25	36,25	ВВГ5х6	40
ВРУ1.2-М4	ВА47-29	25	36,25	ВВГ5х6	40
ВРУ1.2-Гр.А1	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1.2-Гр.А2	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1.2-Гр.А3	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1-Гр.А4	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1.2-ПКП-Н	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1.2-ЩПВН1	ВА47-29	32	46,4	ВВГ3х10	70
ВРУ1.2-Гр.А5	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ1.2-НЦН1	ВА47-29	5	7,25	ВВГ5х1,5	16
ВРУ1.2-НЦН2	ВА47-29	5	7,25	ВВГ5х1,5	16
ВРУ1.2-Гр.Р3	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19

Таблица 3.31– Выбор кабельной продукции (ВРУ2.2 потребители I категории)

№ Линии	Тип автомата	И.а, А	И.а, А*1,45	Тип кабеля(сечение)	Идоп, А
ВРУ 2 (потребители 1 категории)					
ВРУ2.2-Гр.А 1	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-Гр.А 2	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-ЩАО1	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19

Продолжение таблицы 3.31

№ Линии	Тип автомата	И.а, А	И.а, А*1,45	Тип кабеля(сечение)	Идоп, А
ВРУ 2 (потребители 1 категории)					
ВРУ2.2-ЩАО2	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-ЩАО3	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-ЩАО4	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-ЩАО5	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-ЩАО6	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-Гр.Р	ВА47-29	5	7,25	ВВГ3х1,5	19
ВРУ2.2-НЦ3-Н	ВА47-29	5	7,25	ВВГ5х1,5	16
ВРУ2.2-НЦ4-Н	ВА47-29	5	7,25	ВВГ5х1,5	16

Таблица 3.32– Выбор кабельной продукции (ВРУ2.2 потребители I категории)

№ Линии	Тип автомата	И.а, А	И.а, А*1,45	Тип кабеля(сечение)	Идоп, А
ТП-ВРУ1	ВА47-29	250	362,5	ВВГ5х185	400
ТП-ВРУ2	ВА47-29	63	91,35	ВВГ5х35	115
ТП-ВРУ1.2	ВА47-29	63	91,35	ВВГ5х35	115
ТП-ВРУ2.2	ВА47-29	5	7,25	ВВГ5х1,5	16

3.2.3 Подбор электронных счетчиков, электрических щитов и другого электротехнического оборудования

В каждом доме или квартире существует важный элемент - электрический щит. В нем размещаются различные устройства, такие как автоматические выключатели, дифференциальные автоматы, УЗО и счетчики электроэнергии. Электропроводка в помещениях подключается через электрический щит, который играет ключевую роль в обеспечении безопасности и надежности электроснабжения. [17]

Таблица 3.33– Выбор распределительных пунктов

№	Кол-во, шт	Ip, А	тип РП	Количество присоединений СП	Фактическое Количество присоединений
ВРУ1	1	263,14	ВРУ9-11-20УХЛ4	7	5
ВРУ1.2	1	90,15	ВРУ9-1770УХЛ4	6	1
ВРУ2	1	134,84	ВРУ9-11-10УХЛ4	14	12
ВРУ2.2	1	9	ВРУ9-1770УХЛ4	6	1
ЩЭ	22	60	ЩС-4387 УХЛ4	4	4
ЩО(0)	1	0,41	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	5
ЩО1	1	1,14	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩО2	1	1,17	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩО3	1	1,29	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩО4	1	1,63	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩО5	1	0,81	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩО6	1	1,63	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩС1	1	20,45	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩС2	1	21	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩС3	1	18,18	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩС4	1	29,54	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩС5	1	9	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩС6	1	29	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	3
ЩАО1	1	1,36	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	1
ЩАО2	1	1,36	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	1
ЩАО3	1	1,36	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	1
ЩАО4	1	1,36	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	1
ЩАО5	1	1,36	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	1
ЩАО6	1	1,36	ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3	6	1

3.2.4 Подбор счетчиков

Существуют два основных типа устройств для измерения потребления электроэнергии: индукционные и электронные. Особенностью индукционных устройств является наличие двух элементов – катушки напряжения и катушки тока, которые производят магнитное поле. Поле заставляет вращаться диск, который, в свою очередь, активирует счетный

механизм, фиксирующий объем потребленной энергии. Скорость вращения диска, а следовательно, и увеличение показаний на счетчике, напрямую зависят от уровня напряжения и силы тока в электросети – чем они выше, тем быстрее происходит учет потребленной электроэнергии.

В каждом жилом помещении реализована установка счетчиков Меркурий 201.2 с параметрами (5-60) для точного учета электроэнергии. В рамках систем ВРУ 1 и ВРУ 2 определены модели Меркурий 230 ART-03 MCLN(7,5) в качестве стандарта для измерения потребления. Специфически для пользователей первой категории, выбор оборудования для ВРУ 1.2 и ВРУ 2.2 упал на модель Меркурий 230 ART-01 (M)CLN (5-60A) из-за ее подходящих характеристик и надежности.

3.2.5 Оценка возможных падений напряжения в системах освещения и электроснабжения

Для корректной работы устройства, потребляющего электроэнергию, важно, чтобы напряжение, подаваемое на его зажимы, соответствовало предназначенным параметрам. Однако в процессе передачи электричества через провода, происходит потеря части напряжения из-за сопротивления материала проводов. Это приводит к тому, что напряжение у потребителя может быть меньше, чем напряжение на начальной станции подачи.

В соответствии с правилами устройства электроустановок, колебания напряжения в энергосистемах по отношению к стандартному значению не могут превышать предел в 5 процентов. [7]

Потери напряжения осветительной сети, %:

$$\Delta U = \frac{M}{K_C * S} \quad (3.20)$$

где, М-момент в линии

$K_C = 12$ (для однофазной линии)

$K_C = 72$ (для трехфазной линии)

s – сечение проводника.

Потери напряжения силовой сети в линиях, %:

$$\Delta U = \frac{I_p * R}{2}$$

где, I_p -расчетный ток, А

R- сопротивление кабеля, мОм/м

Внесем данные вычислений в таблицы

Таблица 3.34– Осуществление контроля за уровнем напряжений в сети освещения, расположенной в распределительных щитах на уровне цоколя.

Помещение	М кВт*м	S мм2	Кс	ΔU %	ΔУдоп %
Торгово-Выставочный зал 001					
Фаза А	0,89	1,50	12,00	0,05	5,00
Фаза В	2,00	1,50	12,00	0,11	5,00
Фаза С	3,50	1,50	12,00	0,19	5,00
Торгово-Выставочный зал 002					
Фаза А	3,70	1,50	12,00	0,21	5,00
Фаза В	2,60	1,50	12,00	0,14	5,00
Фаза С	2,15	1,50	12,00	0,12	5,00
Торгово-Выставочный зал 003					
Фаза А	4,40	1,50	12,00	0,24	5,00
Фаза В	2,97	1,50	12,00	0,17	5,00
Фаза С	2,58	1,50	12,00	0,14	5,00
Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей					
Фаза А	1,13	1,50	12,00	0,06	5,00
Фаза В	1,27	1,50	12,00	0,07	5,00
Фаза С	0,77	1,50	12,00	0,04	5,00

Таблица 3.35– Проверка по допустимым напряжениям осветительной сети цокольного этажа на ВРУ

Линия	L м	M кВт*м	S мм2	Kс	ΔU %	ΔUдоп %
ЩС1-ВРУ2	20,00	10,84	1,50	72,00	0,10	5,00
ЩС2-ВРУ2	25,75	15,30	1,50	72,00	0,14	5,00
ЩС3-ВРУ2	22,50	12,20	1,50	72,00	0,11	5,00
ЩУ1-ВРУ1	5,80	1,25	1,50	72,00	0,01	5,00

Таблица 3.36– Проверка по допустимым напряжениям осветительной сети на щитках первого этажа

Помещение	M кВт*м	S мм2	Kс	ΔU %	ΔUдоп %
Офис 101					
Фаза А	3,40	1,50	12,00	0,19	5,00
Фаза В	3,20	1,50	12,00	0,18	5,00
Фаза С	6,10	1,50	12,00	0,34	5,00
Торгово-Выставочный зал 102					
Фаза А	1,98	1,50	12,00	0,11	5,00
Фаза В	2,40	1,50	12,00	0,13	5,00
Фаза С	1,87	1,50	12,00	0,10	5,00
Офис 103					
Фаза А	8,70	1,50	12,00	0,48	5,00
Фаза В	7,40	1,50	12,00	0,41	5,00
Фаза С	6,27	1,50	12,00	0,35	5,00
Помещения жилой части блок-секции					
Фаза А	0,17	1,50	12,00	0,01	5,00

Таблица 3.37– Проверка по допустимым напряжениям осветительной сети первого этажа на ВРУ

Линия	L м	M кВт*м	S мм2	Кс	ΔU %	ΔUдоп %
ЩС4-ВРУ2	19,18	18,83	1,5	72	0,17435	5,00
ЩС5-ВРУ2	28,31	14,66	1,5	72	0,13574	5,00
ЩС6-ВРУ2	25,7	27,19	1,5	72	0,25176	5,00
ЩУ1-ВРУ1	8,2	0,205	1,5	72	0,0019	5,00

Таблица 3.38– Проверка по допустимым напряжениям силовой сети на щитках

Помещение	I А	S мм2	R мОм/м	ΔU %	ΔUдоп %
Торгово-Выставочный зал 001					
Фаза А	6,80	2,50	8,00	0,03	5,00
Фаза В	9,60	2,50	8,00	0,04	5,00
Фаза С	20,45	4,00	5,00	0,05	5,00
Торгово-Выставочный зал 002					
Фаза А	11,36	2,50	8,00	0,05	5,00
Фаза В	9,09	2,50	8,00	0,04	5,00
Фаза С	21,00	4,00	5,00	0,05	5,00
Торгово-Выставочный зал 003					
Фаза А	14,18	2,50	8,00	0,06	5,00
Фаза В	18,18	4,00	5,00	0,05	5,00
Фаза С	13,63	2,50	8,00	0,05	5,00
Офис 101					
Фаза А	13,63	2,50	8,00	0,05	5,00
Фаза В	29,54	10,00	2,00	0,03	5,00
Фаза С	18,00	4,00	5,00	0,05	5,00
Торгово-Выставочный зал 102					
Фаза А	9,00	2,50	8,00	0,04	5,00
Фаза В	6,80	2,50	8,00	0,03	5,00
Фаза С	9,00	2,50	8,00	0,04	5,00
Офис 103					
Фаза А	18,00	4,00	5,00	0,05	5,00
Фаза В	29,00	10,00	2,00	0,03	5,00
Фаза С	18,00	4,00	5,00	0,05	5,00

Таблица 3.39– Проверка по допустимым напряжениям силовой сети на ВРУ

Линия	I А	S мм ²	R мОм/м	ΔU, %	ΔU _{доп} %
ЩС1-ВРУ2	20,45	4	5	0,1	5
ЩС2-ВРУ2	21	4	5	0,105	5
ЩС3-ВРУ2	18,18	4	5	0,09	5
ЩС4-ВРУ2	29,54	10	2	0,05	5
ЩС5-ВРУ2	9	2,5	8	0,072	5
ЩС6-ВРУ2	29	10	2	0,058	5

3.3 Расчет токов КЗ

Когда система электроснабжения выходит из строя, зачастую это происходит из-за коротких замыканий, вызванных либо повреждением изоляции, либо ошибками персонала, ответственного за обслуживание. Чтобы минимизировать повреждения от неисправностей и ускорить процесс восстановления системы электроснабжения к нормальной работе, крайне важно адекватно анализировать токи короткого замыкания (КЗ). На основе этого анализа следует производить выбор оборудования и защитных устройств, которые должны быть устойчивы к воздействию таких токов, или проводить проверку уже установленных устройств на их способность выдерживать токи КЗ. [12]

В системе электроснабжения, для адекватного подбора характеристик релейной защиты и автоматики, кроме анализа токов трехфазного короткого замыкания, важно учитывать и токи однофазных короткого замыкания. Это необходимо для того, чтобы проверить, насколько хорошо автоматы низкого напряжения реагируют на такие виды коротких замыканий.

Процесс идентификации коротких замыканий предполагает разработку схемы замещения. Для распределительного устройства создадим такую схему:

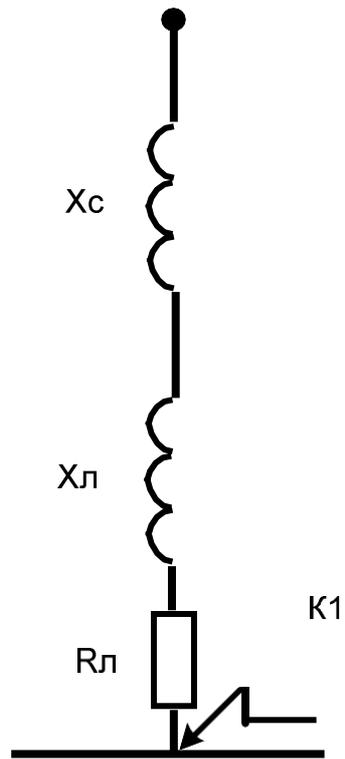


Рисунок 3.1 – схема замещения тока КЗ ВРУ

Мы выполним расчеты для однофазного и трехфазного короткого замыкания, результаты которых будут представлены в таблицах 3.21 и 3.20 соответственно.

Таблица 3.20 – Расчет трехфазного КЗ

место	точка КЗ	Т-р		Линия к ВРУ					QF1		QF2		Линия к СП					QF3		QF4		Линия к ЭП					Rрез	Xрез	Iкз, кА							
		Rт, МОм	Xт, МОм	R0л, МОм/м	X0л, МОм/м	L, м	Rл, МОм	Xл, МОм	Rq	Xq	Rq	Xq	R0л	X0л	L	Rл, МОм	Xл, МОм	Rq	Xq	Rq	Xq	R0л	X0л	L	Rл, МОм	Xл, МОм										
ВРУ1	K1	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134																								51,98	47,74	3,27
ЭЩ12	K5	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	1,74	0,96	0,155	0,09	50	7,8	4	1,74	0,95															63,14	53,62	2,78
ЩУ1	K6	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	51,66	0,185	12,4	0,125	8	86,2	0,882	51,66	0,186															241,38	48,98	0,95
Гр.1	K7	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	10,5	0,185	7,5	0,115	45	333	5,22	10,5	0,186															406,18	53,33	0,55
ЩЭ12-2А	K15	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	1,74	0,96	0,18	0,05	50	8,5	3	1,74	0,96	2,28	0,19	0,626	0,085	8	5	0,68							71,22	53,51	2,62	
Щ2А-2А(П)	K16	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	1,74	0,96	0,18	0,05	50	8,5	3	1,74	0,96	16	0,19	1,85	0,098	8	14,74	0,792							94,64	53,62	2,14	
Щ2А-2А(Р)	K17	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	1,74	0,96	0,18	0,05	50	8,5	3	1,74	0,96	70	0,19	4,64	0,108	8	37,02	0,856							170,98	53,68	1,28	
Щ2А-2А(О)	K18	1,70	8,60	0,1	0,078	500	50	39	0,28	0,134	1,74	0,96	0,18	0,05	50	8,5	3	1,74	0,96	10,6	0,19	7,5	0,115	8	59,4	0,928							133,74	53,74	1,62	
ВРУ2	K2	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185																								268,25	52,78	0,86
ЩС(1-3)	K8	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	70	0,185	4,64	0,108	15	69,45	1,606	70	0,185															477,72	54,77	0,49
ЩС(4,6)	K9	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	3,58	0,185	1,85	0,098	20	36,9	1,7	3,58	0,185															312,25	55,15	0,74
ЩС(5)	K10	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	10,5	0,185	7,5	0,115	20	148	2,33	10,5	0,185															437,47	55,49	0,53
ЩС1-Р	K19	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	70	0,185	11,88	0,374	15	178,005	5,585	70	0,185	7,5	0,12	42,74	0,45	6	256,33	2,76							849,98	61,64	0,28	
ЩС1-2Р	K20	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	70	0,185	11,88	0,374	15	178,005	5,585	70	0,185	4,64	0,11	11,88	0,374	6	71,203	2,238							662,11	61,12	0,36	
ЩС5-3Р	K21	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	10,5	0,185	42,73	0,45	20	854,5	9,3	10,5	0,185	7,5	0,12	42,74	0,45	6	256,33	2,76							1407,57	65,24	0,15	
ЩС4-4Р	K22	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	3,58	0,185	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,58	0,185	7,5	0,12	42,74	0,45	6	256,33	2,76							681,57	63,38	0,36	
ЩС4-5Р	K23	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	3,58	0,185	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,58	0,185	4,64	0,11	7,13	0,368	6	42,73	2,202							465,18	62,82	0,48	
ЩС4-6Р	K24	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	3,58	0,185	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,58	0,185	3,08	0,1	11,88	0,374	6	71,203	2,238							492,14	62,85	0,48	
ВРУ1.2	K3	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185																								268,27	52,78	0,84
ЩПВН1	K11	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	70	0,185	3,08	0,1	50	154,4	5	70	0,185															562,77	58,17	0,42
МЗ	K12	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	3,58	0,185	4,64	0,108	50	231,4	5,34	3,58	0,185															506,95	58,52	0,46
ГРА1	K13	1,70	8,60	0,54	0,088	500	265	44	1,57	0,185	51,64	0,185	12,4	0,125	50	615	6,4	51,64	0,185															986,55	59,45	0,24
ВРУ2.2	K4	1,70	8,60	12,4	0,126	500	6150	63	51,8	0,185																								6203,36	71,78	0,05
НЦЗ-Н	K14	1,70	8,60	12,4	0,126	500	6150	63	51,8	0,185	51,64	0,185	12,4	0,125	8	98,3	1,009	51,64	0,185															6405,06	73,18	0,05

Таблица 3.21 – Расчет однофазного КЗ

место	очка К	Т-р		Линия к ВРУ					QF1		QF2		Линия к СП					QF3		QF4		Линия к ЭП					Ррез	Хрез	Икз, кА		
		Rт, МОм	Xт, МОм	R0л, МОм/м	X0л, МОм/м	L, м	Rл, МОм	Xл, МОм	Rq	Xq	Rq	Xq	R0л	X0л	L	Rл, МОм	Xл, МОм	Rq	Xq	Rq	Xq	R0л	X0л	L	Rл, МОм	Xл, МОм					
ВРУ1	К1	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132																			194,48	158,72	0,91
ЭЩ12	К5	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	1,72	0,95	0,18	0,06	50	8,5	3	1,72	0,95									206,44	163,64	0,86	
ЩУ1	К6	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	51,65	0,186	47,45	0,46	7	332,21	3,22	51,65	0,186									630,02	162,33	0,38	
Гр.1	К7	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	10,6	0,186	42,73	0,46	45	1922,5	20,7	10,6	0,186									2138,08	179,81	0,12	
ЩЭ12-2А	К15	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	1,72	0,95	0,18	0,06	50	8,5	3	1,72	0,95	2,28	0,186	1,424	0,321	8	11,39	2,568	220,12	166,38	0,86		
Щ2А-2А(П)	К16	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	1,72	0,95	0,18	0,06	50	8,5	3	1,72	0,95	16	0,186	7,12	0,367	8	56,96	2,936	279,38	166,76	0,72		
Щ2А-2А(Р)	К17	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	1,72	0,95	0,18	0,06	50	8,5	3	1,72	0,95	70	0,186	17,8	0,396	8	142,4	3,168	418,84	166,98	0,52		
Щ2А-2А(О)	К18	1,70	8,60	0,385	0,3	500	192,5	150	0,29	0,132	1,72	0,95	0,18	0,06	50	8,5	3	1,72	0,95	10,6	0,186	42,72	0,46	8	341,8	3,68	558,78	167,51	0,41		
ВРУ2	К2	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186																	1020,77	168,78	0,21		
ЩС(1-3)	К8	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	70	0,186	11,868	0,374	15	178,004	5,596	70	0,186									1338,78	174,76	0,18	
ЩС(4,6)	К9	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	3,59	0,186	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,59	0,186									1170,35	176,51	0,22	
ЩС(5)	К10	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	10,6	0,186	42,74	0,45	20	854,5	9,3	10,6	0,186									1896,35	178,35	0,11	
ЩС1-Р	К19	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	70	0,186	11,868	0,374	15	178,004	5,596	70	0,186	10,6	0,186	42,72	0,46	6	256,3	2,76	1605,68	177,71	0,15		
ЩС1-2Р	К20	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	70	0,186	11,868	0,374	15	178,004	5,596	70	0,186	70	0,186	11,87	0,373	6	71,2	2,238	1479,98	177,19	0,17		
ЩС5-3Р	К21	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	10,6	0,186	42,74	0,45	20	854,5	9,3	10,6	0,186	10,6	0,186	42,72	0,46	6	256,3	2,76	2163,27	181,31	0,12		
ЩС4-4Р	К22	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	3,59	0,186	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,59	0,186	10,6	0,186	42,72	0,46	6	256,3	2,76	1437,25	179,45	0,15		
ЩС4-5Р	К23	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	3,59	0,186	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,59	0,186	3,59	0,186	7,12	0,367	6	42,72	2,202	1216,64	178,88	0,18		
ЩС4-6Р	К24	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	3,59	0,186	7,14	0,368	20	142,5	7,35	3,59	0,186	70	0,186	11,87	0,373	6	71,2	2,238	1311,55	178,91	0,18		
ВРУ1.2	К3	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186																		1020,75	168,78	0,21	
ЩПВН1	К11	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	70	0,186	11,868	0,374	50	593,34	18,66	70	0,186										1754,12	187,82	0,14
МЗ	К12	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	3,59	0,186	7,14	0,368	50	355	18,34	3,59	0,186										1383,95	187,52	0,18
ГРА1	К13	1,70	8,60	2,035	0,32	500	1017,5	160	1,56	0,186	51,65	0,186	47,45	0,47	50	2374	24	51,65	0,186										3497,07	192,15	0,08
ВРУ2.2	К4	1,70	8,60	47,46	0,46	500	23730	230	51,65	0,186																		23783,36	238,78	0,02	
ИЦЗ-Н	К14	1,70	8,60	47,46	0,46	500	23730	230	51,65	0,186	51,65	0,186	47,45	0,47	8	379,69	3,69	51,65	0,186									24266,34	242,85	0,02	

3.4 Выбор и расчет системы внешнего электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40

3.4.1 Программа расчета уличного освещения Light-in-Night Road

В сфере разработки уличного освещения профессионалы часто прибегают к использованию программы Light-in-Night Road. Этот инструмент позволяет не только создавать 3D-модели разнообразных объектов, но и выполнять необходимые светотехнические анализы, визуализировать итоги работы и готовить соответствующие отчеты. Таким образом, Light-in-Night Road является ключевым ресурсом для специалистов, занимающихся планированием и дизайном наружного освещения.

В России для разработки осветительных систем используется уникальное программное обеспечение, сертифицированное в соответствии с национальными и московскими стандартами освещения, включая МГСН 2 и СНиП 23-05-95*. Этот инструмент позволил осуществить проектирование освещения для важных инфраструктурных объектов и городских пространств, не только в Москве, но и в других регионах, обеспечив осветительные системы таких магистралей, как Москва - Санкт-Петербург, Москва - Архангельск и Москва - Челябинск, а также улиц и ключевых транспортных точек в различных населенных пунктах.

В этом наборе данных находятся сведения о двух основных элементах: первый элемент — это обширный каталог уличных светильников от GALAD, российской компании, насчитывающий свыше 400 разновидностей световых устройств, занимающих значительную долю на отечественном рынке осветительной продукции. Компания «Опора Инжиниринг» предложила ассортимент, который включает в себя стандартные осветительные опоры и кронштейны как вторую часть своего предложения. Этот ассортимент не только подходит под общепринятые нормы, связанные с качеством асфальтовых покрытий, оформленные в ГОСТ 26824-10, но и соответствует

требованиям к системам искусственного освещения.

В приложении Light-in-Night Road представлен широкий ассортимент инструментов для настройки освещения, позволяя пользователю выбирать характеристики светильника, такие как тип, мощность и направление света. Оно дает возможность не только сравнивать интенсивность света от различных устройств, но и оценивать, как разные планы освещения влияют на освещенность прямых дорог, предоставляя варианты, в том числе односторонние и двусторонние расстановки, а также расположение в шахматном порядке или по центру. Для достижения наилучшего распределения света, приложение предлагает инструменты для тонкой настройки местоположения светильников, включая методы монтажа, такие как крепление на столбах, мачтах или торшерах, а также определяет схему размещения, высоту установки, расстояние между поддерживающими конструкциями, угол наклона кронштейнов и направленность света, среди прочего.

Чтобы обеспечить соответствие стандартам освещения, включая среднюю яркость и равномерность света на дорожных поверхностях, необходимо рассчитать идеальное расстояние между опорами освещения. В дополнение к этому, важно установить стандарты освещения для различных объектов города, таких как площади, перекрестки, улицы и зоны для пешеходов, согласно федеральным нормам, установленным в СНиП 23-05-95*.

Процесс продолжается оценкой собранной информации, которая осуществляется через их верификацию согласно нормам и критериям. Для того чтобы обеспечить легкость восприятия информации в рамках проектной документации, целесообразно оформить детальный отчет, который будет содержать начальные параметры и итоги анализа, представленные в удобном для понимания виде: текстом, таблицами.

3.4.2 Создание модели освещения подъездного пути

Для создания осветительной системы, обеспечивающей подход к микрорайону, мы применим специализированное ПО Light-in-Night Road, загрузив в него всю необходимую информацию. Будут использоваться осветительные устройства, монтированные на опорах, расположенных вдоль дороги с обеих сторон и размещенных на расстоянии 50 метров друг от друга в формате, напоминающем шахматную доску..

В графике, показанном на рисунке 3.1, отображена интенсивность света от лампы GALAD Альфа LED-42-ШО/У.

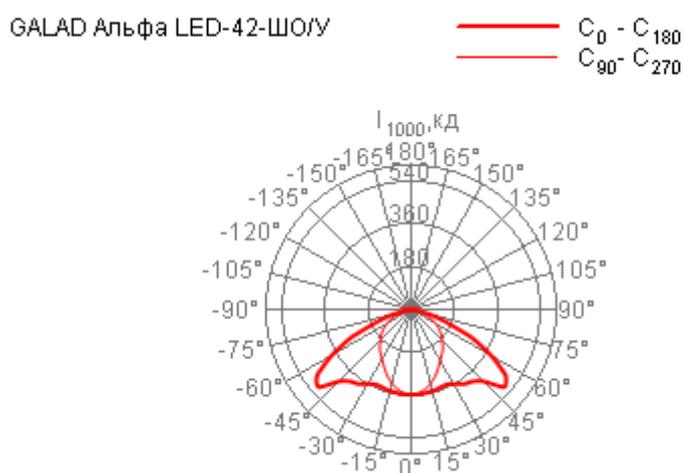


Рисунок 3.1 – Кривая силы света светильника GALAD Альфа LED-42-ШО/У

Для моделирования освещенности улицы мы систематизируем требуемые параметры в Таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Параметры, необходимые для создания модели

Исходные данные	Параметры дороги
Проезжая часть	
Движение	двустороннее
Число полос движения	1
Ширина полосы движения, м	3,75
Число полос движения (встречное)	1
Ширина полосы движения (встречное)	3,75
Полная ширина проезжей части, м	7,5

Продолжение таблицы 3.31

Покрытие	Мелкозернистое асфальтобетонное
Тротуар (правый)	
Ширина,м	2
Зазор между тротуаром и проезжей частью,м	2
Тротуар (левый)	
Ширина,м	2
Зазор между тротуаром и проезжей частью,м	2
Дорога	
Полная ширина,м	11,5
Класс объекта по СП 52.13330.2011: Участок магистрали или улицы районного	

На последующем шаге разработки модели мы применим программное обеспечение для интеграции сведений и разработаем таблицу 3.3. Это позволит нам уточнить конкретные параметры осветительных приборов, подходящих опор и схем их размещения. Программа включает в себя множество альтернатив, среди которых некоторые уже предустановлены, тогда как остальные предстоит отобрать вручную.

Таблица 3.3 – Параметры, необходимые для создания модели

Исходные данные	Параметры групп
Коэффициент запаса	1,5
Наименование группы ОП	Группа (основная)
Тип светильника на ОП	GALAD Альфа LED-42-
Способ установки светильника	На опоре
Схема расстановки ОП	Шахматная
Положение опор	
Шаг между опорами,м	50
Высота светового центра ОП над проезжей частью,м	$h = 10,58$
Вылет светового центра ОП относительно оси	$a = 2,29$
Отступ оси опоры от края проезжей части,м	$b = 1$
Наклон консоли относительно горизонта,град	15

Чтобы начать процесс моделирования и анализа уровней света на определенном участке улицы, программа Light-in-Night Road требует загрузки всех соответствующих данных в 3D (или 2D) формате освещения.

Эта программа предоставит визуализацию, на которой будет видно, как свет распространяется по выбранному сегменту, а также выдаст документ с расчетными данными по освещенности. Рисунки 3.1 и 3.2, демонстрируют данные модели.

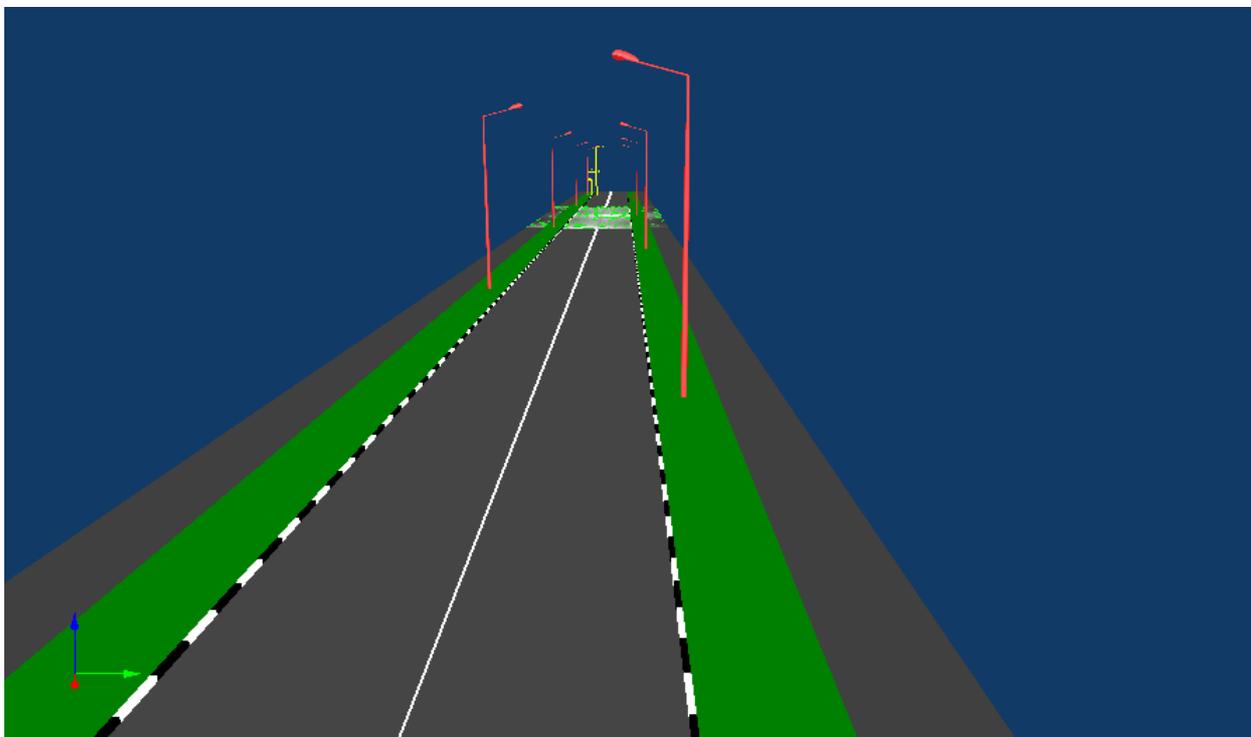


Рисунок 3.2 – Модель освещения подъездного пути (3D)

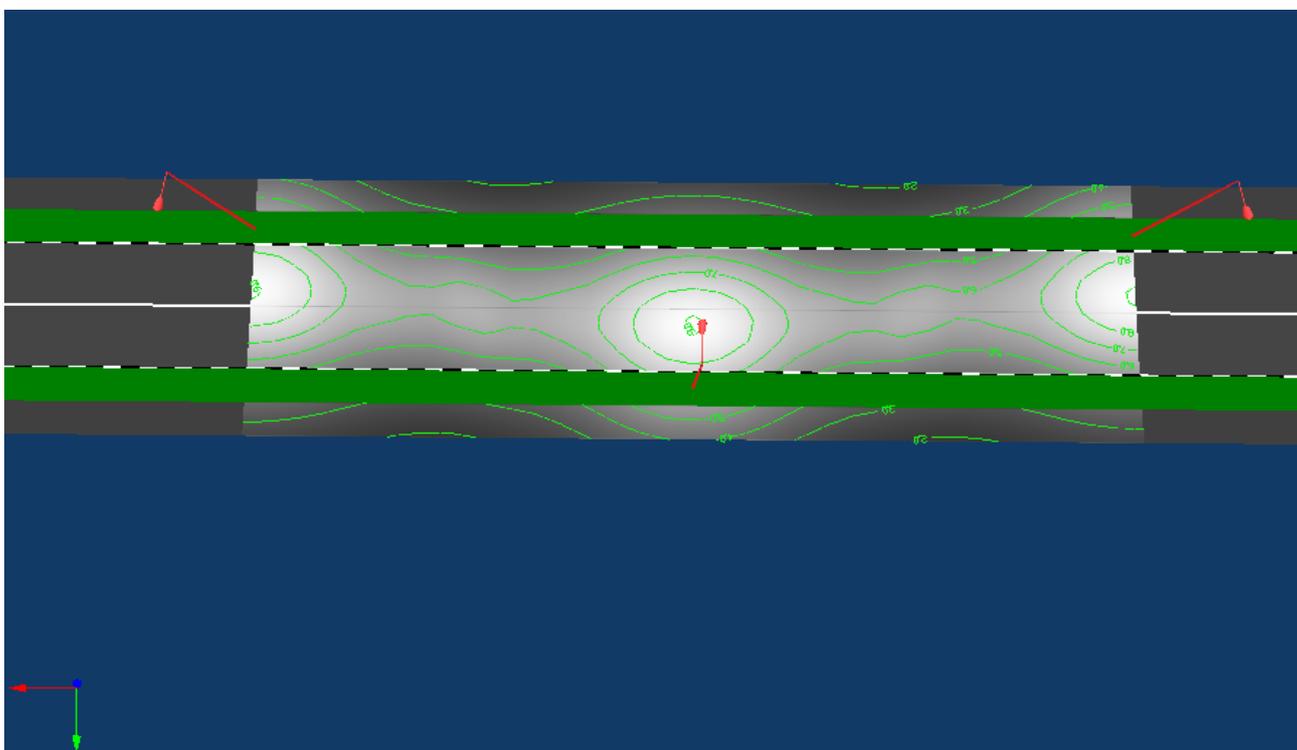


Рисунок 3.3 – Распределение освещенности от светильников

В разделе 3.4 находится таблица, которая функционирует как документация, представляя собой совокупность данных, полученных и проанализированных через программное обеспечение Light-in-Night Road. В ней отражены не только стандартные и вычисленные показатели, но и их взаимосвязь, обеспечивая полное понимание проведенной работы и достигнутых результатов.

Таблица 3.4 – Результаты расчета освещенности подъездного пути в программе Light-in-Night Road

Контролируемая величина	Расчет	СП
По проезжей части		
Показатели яркости		
Средняя, кд/ м ²	L _{ср}	2.18(+) 1.2
Коэффициент общей равномерности	L _{мин} /L _{ср}	0.62(+) 0.4
Коэффициент продольной	L _{мин} /L _{ма}	0.64(+) 0.6
Показатели освещенности		
Средняя, лк	E _{ср}	6.5(+) 4
Максимальная, лк	E _{макс}	9.1
Минимальная, лк	E _{мин}	0.7
Коэффициент равномерности	E _{мин} /E _{ср}	1.4(+) 0.35
Отношение максимальной к средней	E _{макс} /E _{ср}	1.2
Другие показатели		
Показатель ослепленности, %	P	14
Приращение яркости	TI	2.1(+) 10
Коэффициент использования по	UE	0.43

3.4.3 Выполнение уличной осветительной сети

В сфере осветительной техники и эксплуатации специфических электрических систем часто встречается использование сетей с изолированным от земли нейтральным проводом, работающих на напряжении до 220 В, для обеспечения дополнительной безопасности. В то время как для освещения предпочтение отдают переменному току с земляным соединением нейтрали, действующему на уровне 380/220 В.

Устройства, требующие особого внимания и усиленной защиты, а также некоторые типы осветительных аппаратов, функционируют на основе постоянного тока. Отечественное производство ламп обеспечивает продукцию, предназначенную для работы при напряжении не выше 220 В. Осветительные приборы монтируют на стойках линий электропередач, работающих на 0,4 кВ, и их соединение осуществляется по заранее разработанному плану с использованием проводки, проложенной между фазами.

Источниками питания для систем наружного освещения могут служить как общегородские трансформаторы, так и специализированные трансформаторные подстанции или трансформаторы, разработанные специально для этих целей. Световые установки, освещающие въездные пути, могут подключаться либо напрямую к сетям, обеспечивающим питание наружного освещения, либо к ближайшим линиям городского освещения. В качестве проводника для подключения осветительных линий к трансформаторным подстанциям (КТП) часто используют самонесущий изолированный кабель.

Для освещения подъездных путей будут задействованы светильники GALAD Альфа LED-42-ШО/У, которые способны автоматически регулировать освещение. В качестве устройства для централизованного контроля за освещением улиц в темное время суток и в вечерние часы в малых городах и поселениях будут использоваться распределительные шкафы ВРУ-ВЗ. Эти шкафы служат для подсоединения систем внешнего освещения.

В состав щита входят вводные автоматы на 100 ампер, а также установлены трансформатор тока, измерительный счетчик и автоматические выключатели серии А3130, рассчитанные на 25 и 40 ампер. По ночам осуществляется выключение двух третей осветительных приборов.

3.5 Выбор и расчет систем заземления и молниезащиты

Согласно нормам, изложенным в документе СО-153-34.21.122-2003г., касающемся молниезащиты для зданий и промышленных объектов, определена классификация данного объекта как обладающего III уровнем защиты от прямого попадания молнии. Защитную функцию выполняет сетка, сделанная из стального прутка толщиной 10 мм, располагаемая внутри кровельного покрытия над слоем негорючего утеплителя, с размерами ячеек не превышающими 10x10 м. Кроме того, все элементы, выступающие за пределы кровли, такие как вентиляционные выходы, антенны, радиомачты, лестницы и ограждения, оснащаются вертикальными молниеприемниками. Эти устройства, изготовленные из круглой стали диаметром 10 мм и выступающие на 1 метр над кровлей, интегрированы с основной молниеприемной сеткой, обеспечивая тем самым целостную систему защиты от молнии.

Для предотвращения ударов молнии используют стальные стержни толщиной 10 мм. Эти стержни, выполняющие роль молниеотводов, устанавливают вертикально вокруг объекта, нуждающегося в защите, причем так, чтобы расстояние между соседними стержнями не превышало 20 метров. Монтаж этих стержней осуществляется за вентилируемым фасадом, под слоем материала, который не поддерживает горение, и они соединяются с заземляющими элементами, расположенными снаружи защищаемой структуры [22].

Согласно указаниям, проводники для отвода тока должны быть соединены в горизонтальном направлении, причем их соединение осуществляется через равные промежутки в 20 метров, как демонстрируется на иллюстрации под номером 12. Сварка является обязательным методом для соединения этих элементов, как указано в пункте 25. Вокруг периметра здания укладывается заземляющий контур, который не должен располагаться

выше 0,5 метра от поверхности земли. Этот контур формируется из стальной ленты с параметрами 40x5 мм, которая соединяется с уголками из стали. Эти уголки имеют длину 3 метра и вбиваются в землю с интервалом в 5 метров. Определение необходимости установки вертикальных заземлителей производится путем измерения сопротивления растеканию тока, что выполняется специализированной электролабораторией.

3.6 Расчет стоимости схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома по адресу г. Новосибирск улица Немировича-Данченко 40.

В ходе анализа программного комплекса "Гранд-Смета" было проведено изучение стоимости разрабатываемой схемы электроснабжения в текущих ценах. Смета, созданная с использованием базисно-индексного метода, включает в себя все необходимые капитальные вложения, необходимые для осуществления проекта. Расценки для расчетов взяты из сборника "Территориальные единичные расценки на монтаж оборудования" для Новосибирской области в версии 2017 года. Стоимость работ по проектированию, монтажу и материалам в базисных ценах включает в себя нижеследующие составляющие элементы.

Мы рассчитали стоимость проектируемой схемы электроснабжения в текущих ценах.

Включенный список расходов, связанных с проектными и установочными работами, а также материалами, представлен по базовым ценам и охватывает различные составляющие:

- Инвестиционные затраты 8 220 456 рублей в том числе:
- Фонд заработной платы 2 532 943 рублей
- Эксплуатации машин 891 921 рублей
- Стоимость материалов 1 931 430 рублей
- Стоимость оборудования 1 164 236 рублей
- Накладные расходы 930 525 рублей

В наших анализах, мы интегрировали все существенные финансовые ограничения, в том числе учет налогов, а также использовали последние данные по коэффициентам и процентным ставкам.

В Новосибирской области в 2024 году были приняты новые стандарты для изменения сметной стоимости строительных работ. Документ Правительства Новосибирской области, учитывая различные факторы, такие как инфляция и районные коэффициенты, предусматривает базисные индексы. Эти стандарты важны для строительства, они относятся к 2001 году и учитывают аспекты инфляции :

- стоимость материалов= 5,81;
- заработная плата= 21,68;
- эксплуатация машин= 7,64.

Расчет эффективности инвестиционных вложений в объект проектирования :

Рассчитаем насколько эффективен проект.

Срок осуществления проекта 1 год. Количество инвестиций в нашем случае составляет 8 220 456 руб. Это те средства, которые требуется окупить.

Вычислим, сколько будет стоить электричество, реализованное за год.

В городе Новосибирске стоимость электроэнергии по одноставочному тарифу установлена на уровне 3,66 рублей за киловатт-час;

Электрическая энергия, выработанная в течение года и измеряемая в киловатт-часах, рассчитывается по определенной методике:

$$W_{\text{эл.р.}} = 0,65 * P * t, \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

где P- суммарная мощность, кВт·ч ;

t - количество часов.

$$W_{\text{эл.р.}} = 0,65 * 3542 * 4745 = 10\,924\,413 (\text{кВт}\cdot\text{ч}).$$

Тогда стоимость электроэнергии, реализуемой в течение одного года:
(руб).

$$C_{\text{э}} = 3,66 * 10\,924\,413 = 39\,983\,351 \text{ рублей.}$$

Определяем прибыль следующим образом:

$$\text{Пр} = \text{П} * \text{Пр}\%$$

где Пр% - прибыль в % отношении 10 %;

Пр - прибыль от реализации электроэнергии за 1 год.

$$\text{Пр} = 39\,983\,351 * 0,1 = 3\,998\,335 \text{ рублей.}$$

Таким образом, выходим на расчеты по сроку окупаемости. Срок окупаемости определяем следующим соотношением прибыли к общей сумме инвестиционных вложений :

$$\text{Срок окуп.} = \frac{8\,220\,456}{3\,998\,335} = 2,03$$

Принимаем срок окупаемости 2 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование, представленное в проекте, непосредственно касается проблем эффективного использования электроэнергии в домах, затрагивая аспекты управления электросетями и вопросы их обслуживания, что соответствует современным требованиям по снижению энергопотребления.

Технические условия, нормы и правила были строго соблюдены при создании проекта электрической системы для жилого здания на улице Немировича-Данченко, дом 40, в городе Новосибирск.

В рамках реализации данного проекта процесс включал в себя несколько ключевых этапов:

- мы собрали информацию по данному конкретному дому, выяснили техническое задание;
- также проведен анализ электрических нагрузок для жилого здания;
- последующим шагом стал подбор необходимого коммутационного оборудования и кабельной продукции;
- кроме того, были проведены расчеты для системы короткого замыкания, заземления и защиты от молний, с последующей проверкой выбранного электрического оборудования и защитных устройств на соответствие требованиям;
- была установлена цена на разработку электросистемы, предназначенной для строительства жилых объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-н/Д: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие /Л.Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Торопов, А. Н. Туликов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение жилых и общественных зданий / Э.А. Киреева. – М. 2005. – 206 с.
4. Князевский, Б. А. Электроснабжение промышленных предприятий : Учеб. для студ. вузов по спец. «Электропривод и автоматизация промышленных установок» / Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - / 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1986. – 400с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов / Е. А. Конюхова. – М.: Издательство «Мастерство», 2001. – 188 с.
7. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для студентов высших учебных заведений.– 2-е изд. – М. : Интермет Инжиниринг, 2006. – 672 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011.

9. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ ОТК

ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – Режим доступа: http://snipov.net/c_4685_snip_101847.html

10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектро-проект, 1993 (2-я редакция). – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/19324/>

11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. - 701 с.

12. 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, 2003. – 131 с.

13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

14. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2004. – 65 с.

15. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под. ред. Г. М. Кнорринга. – Л., Энергия, 1976.

16. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т. 2. Электрооборудование/Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. 592 с.: ил.

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

18. Старкова, Л. Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учебное пособие для вузов / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1987. – 386 с.

19. Филатов И.В., Гурнина Е.В.: Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие/ Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 276 с.
20. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 1980. – 384 с.
21. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2010. – 214 с.
22. 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). – 9-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.
23. 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). – 9-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 696 с.
24. 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. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 640 с.: ил.
25. 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.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
(подпись) А.С. Торопов
подпись инициалы, фамилия
«24» 06 2024г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02. «Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
код – наименование направления

Электроснабжение многоквартирного жилого дома г. Новосибирск, ул.
Немировича-Данченко д. 40
тема

Руководитель

(подпись) 29.06.24
подпись, дата

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

Г.Н. Чистяков
инициалы, фамилия

Выпускник

(подпись) 24.06.2024г.
подпись, дата

С.Р. Кобылянский
инициалы, фамилия

Нормоконтроллер

(подпись) 24.06.2024г.
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2024