

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

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

«Электроэнергетика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н. Чистяков
Подпись, инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование специальности)

Электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118
(наименование темы)

Руководитель _____ 2019 г. доцент каф. ЭЭ,к.т.н Е.В Платонова
Подпись, дата должность, ученая степень инициалы , фамилия

Выпускник _____ 2019 г. М.С Доможаков
Подпись, дата инициалы , фамилия

Нормоконтролёр _____ 2019 г. И.А Кычакова
Подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 2019

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

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

«Электроэнергетика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедры
_____ Г.Н. Чистяков
Подпись, инициалы, фамилия
«_____» _____ 2019г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Доможаков Максим Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 14-01 (3-14) Направление (специальность) 13.03.02
номер код

«Электроэнергетика и электротехника»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118

Утверждена приказом по институту № 306 от 06.05.2019.

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

Исходные данные для ВКР Архитектурно строительные чертежи дома.

Перечень разделов ВКР:

ВВЕДЕНИЕ

1. Характеристика объекта проектирования.
2. Обоснования выбора технологии проектирования многоквартирного дома.
3. Расчет электрических нагрузок жилого дома.
4. Выбор источника питания, число и мощность трансформаторов.
5. Выбор питающих линий от КТП до ВРУ и выбор внешних источников питания.
6. Выбор коммутационного оборудования на КТП и ВРУ.
7. Расчет токов короткого замыкания и проверка основного оборудования сети.
8. Проектирование внутренних сетей электроснабжения дома и продовольственных магазинов.
9. Светотехнический расчет электрического освещения.
10. Конструктивное исполнения сетей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Перечень графического материала:

1. Однолинейная схема
2. Схема наружных сетей
3. Осветительная и силовая часть типового этажа дома
4. Осветительная и силовая часть продовольственных магазинов

Руководитель ВКР _____

Е.В. Платонова
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению _____

М.С Доможаков
инициалы, фамилия

подпись

28.01.2019г

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакана ул. Кирова 118, содержит 56 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 4 листа графического материала, приложений нет.

Характеристика объекта проектирования; обоснования выбора технологии проектирования многоквартирного дома; расчет электрических нагрузок жилого дома, выбор источника питания, число и мощность трансформаторов; выбор питающих линий от КТП до ВРУ и выбор внешних источников питания; выбор коммутационного оборудования на КТП и ВРУ; расчет токов короткого замыкания и проверка основного оборудования сети; проектирование внутренних сетей электроснабжения дома и продовольственных магазинов; светотехнический расчет электрического освещения; конструктивное исполнение сетей.

Основной целью выпускной квалификационной работы спроектировать систему электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118. Данная система электроснабжения должна соответствовать самым современным требованиям к системам, таким как надежность, экономичность, безопасность для человека и окружающей среды.

Спроектированы схемы наружных и внутренних сетей дома и продовольственных магазинов. Выбрано расположение ВРУ и рассчитаны электрические нагрузки для каждого ввода дома. Для схемы электроснабжения, были выбраны удовлетворяющие всем техническим требованиям сечения кабелей и аппараты защиты. Проверка оборудования по токам короткого замыкания показала правильность выбора аппаратов защиты. Рассчитаны заземление и молниезащита для данного объекта. В результате проектирования разработана система электроснабжения, соответствующая всем современным требованиям.

THE ABSTRACT

Final qualifying work on the topic of power supply of a residential building at the address: Abakan, Kirova street 118, contains 56 pages of text document, 25 sources used, 4 sheets of graphic material, no applications.

Characteristics of the object of design; justify the selection of a technology of designing apartment buildings; calculation of electrical loads residential home, the selection of the power source, the number and capacity of transformers; selection of power supply lines from CTU to lie and select external sources of supply; selection of switching equipment for KTP, and lying; the calculation of short circuit current and verification of the underlying network equipment; design of power supply at home and food stores; the lighting for electric lighting; design of networks.

The main purpose of the final qualifying work is to design the power supply system of a residential building at the address: Abakan, Kirova street 118. This power supply system must meet the most modern requirements for systems, such as reliability, efficiency, safety for humans and the environment.

Schemes of external and internal networks of the house and grocery stores are designed. Selected location lying and the calculated electrical load for each entering the house. For the power supply scheme, cable sections and protection devices meeting all technical requirements were selected. Checking the equipment for short-circuit currents showed the correct choice of protection devices. The grounding and lightning protection for this object are calculated. As a result of design the system of power supply corresponding to all modern requirements is developed.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Характеристика объекта проектирования.....	9
2 Обоснования выбора технологии проектирования многоквартирного дома.....	11
2.1 Обоснования распределения нагрузки по ВРУ дома.....	13
3 Расчет электрических нагрузок жилого дома.....	15
3.1 Расчет электрических нагрузок продовольственных магазинов.....	20
4 Выбор источника питания, число и мощность трансформаторов.....	22
5 Выбор питающих линий от КТП до ВРУ и выбор внешних источников питания.....	24
5.1 Выбор сечения жил кабелей на напряжение 10 кВ и определения потерь мощности активной энергии в линиях.....	24
5.2 Выбор сечения жил кабелей на напряжение 0,4 кВ и определения потерь мощности активной энергии в линиях.....	28
6 Выбор коммутационного оборудования на КТП и ВРУ.....	31
6.1 Выбор оборудования на напряжения 10 кВ.....	31
6.2 Выбор оборудования на напряжения 0,4 кВ.....	31
7 Расчет токов короткого замыкания и проверка основного оборудования сети.....	34
7.1 Расчет токов короткого замыкания 10 кВ.....	36
7.2 Расчет токов короткого замыкания 0,4 кВ.....	38
7.3 Проверка коммутационного защитного оборудования на устойчивость токов КЗ.....	40
8 Проектирование внутренних сетей электроснабжения дома и продовольственных магазинов.....	43
8.1 Проектирования внутренних сетей дома.....	43
8.2 Проектирование внутренних сетей продовольственных магазинов.....	45
9 Светотехнический расчет электрического освещения.....	47
10 Конструктивное исполнения сетей.....	53
10.1 Расчет заземления и молнезащиты.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	56

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование электроснабжения жилых и общественных зданий требует к себе серьёзного подхода. Количество и мощности используемых в электросети приборов постоянно растёт, как и желание жильцов чувствовать себя в комфорте и удобстве, ведь электроснабжение сегодня это не только освещение, но и залог нормального функционирования всех прочих систем жизнеобеспечения. Поэтому все проектные работы должны производиться только специалистами, которые могут гарантировать не только надлежащие условия эксплуатации здания, но и его безопасность.

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

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

Современная бытовая техника всё в большей степени обеспечивает сокращение затрат труда на ведение домашнего хозяйства и повышения комфорта современного жилища.

Помимо функционирования электрических систем в непосредственно жилых помещениях, важную роль в проектировании электроснабжения играют лифты, системы вентиляции и дымоудаления. Без хорошей работы этого оборудования нормальная жизнь в таких зданиях просто невозможна.

Проект электроснабжения жилого здания должен быть, как правило, индивидуальным. Связано это с различными типами домов, так как электроснабжение монолитного дома от кирпичного серьёзно отличается. В монолитных домах изменение проводки является делом очень хлопотным и сложным, поэтому важно заранее всё грамотно распределить и предусмотреть с расположением розеток и выключателей. Ещё один немаловажный момент – необходимость предусмотреть защитные меры безопасности (устройства защитного отключения в сетях и система уравнивания потенциалов).

В современных условиях в жилых зданиях, помимо собственно жилой зоны, размещается и множество помещений общественного назначения – гаражи, магазины, предприятия общественного питания, развлекательные центры и пр. В этих условиях очень сложно развести множество кабелей, питающих эти объекты. Таким образом, необходимо обратить внимание архитекторов на то, что уже на стадии проектирования эти требования должны быть учтены и должны быть выделены необходимые площади для размещения электрооборудования.

Совершенствование систем электроснабжения должно быть связано с

технологиями и новыми требованиями к электроснабжению. В связи с этим важное место в системе подготовки инженеров занимают вопросы, связанные с передачей, преобразованием и распределением электроэнергии. Энергетическая программа России предусматривает дальнейшее развитие энергосберегающей политики. Это диктует необходимость совершенствования промышленной электроэнергетики: создание экономичных и надежных систем электроснабжения, автоматизированного электропривода и систем управления.

Развитие и усложнение структуры систем электроснабжения, возрастающие требования к экономичности и надежности их работы в сочетании с изменяющейся структурой и характером потребителей электроэнергии, широкое внедрение устройств управления распределением и потреблением электроэнергии на базе современной вычислительной техники ставят проблему подготовки высококвалифицированных инженеров.

Цель выпускной квалификационной работы спроектировать систему электроснабжения жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118. Данная система электроснабжения должна соответствовать самым современным требованиям к системам, таким как надежность, экономичность, безопасность для человека и окружающей среды.

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

1 Характеристика объекта проектирования

В выпускной квалификационной работе рассматривается электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова, 118 - многоквартирный жилой дом из 5-ти блок-секций на первом этаже с продовольственными магазинами.

Блок-секции представляют собой 12-и этажное монолитно кирпичное здание с подвальным этажом, размерами блок-секции в плане по осям 24x15 м. Высота этажей — 2,8 м, высота подвала — 2,7 м.

Конструкция жилого дома – монолитно-железобетонная состоящая из колонн, диафрагм жесткости и плит перекрытия. Наружные и внутренние стены из кирпича. Фундаменты монолитные столбчатые и сборные железобетонные блоки толщиной 600 мм.

Электроприёмники жилого здания подразделены на две основные группы: электроприёмники квартир и электроприёмники общедомового назначения. К первым относятся осветительные и бытовые электроприборы. Ко вторым относятся светильники лестничных клеток, технических подпольев, чердаков, холлов, служебных и других помещений, лифтовые установки, различные противопожарные устройства, переговорно-вызывные устройства (домофоны), кодовые замки и т.п.

Электрическое освещение квартир осуществляется с помощью светильников общего и местного освещения, как правило с люминесцентными лампами и лампами накаливания. Однако в настоящее время разрабатываются и внедряются бытовые светильники со светодиодными лампами, применение которых позволит резко повысить освещённость в квартирах без увеличения расхода электроэнергии при значительно большем сроке службы этих ламп. Для общего освещения жилых комнат применяются многоламповые светильники различных конструкций с лампами накаливания мощностью 40-100 Вт, для освещения вспомогательных помещений - одноламповые светильники 25-60 Вт.

В жилом доме имеются электроплиты, противопожарные устройства, лифты, эвакуационное и аварийное освещение, а согласно ПУЭ жилые дома с электроплитами относятся к электроприемникам II категории, перерыв электроснабжения которых приводит к нарушению нормальной деятельности значительного количества городских жителей. А электроприемники противопожарных устройств, лифты, эвакуационное и аварийное освещение относятся к электроприемникам I категории, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, нарушение функционирования особо важных элементов городского хозяйства.

Электроприёмники I и II категорий обязательно обеспечиваются электроэнергией от двух независимых взаиморезервируемых источников питания. Перерыв в электроснабжении первой категории допускается лишь на время срабатывания АВР, а перерыв в электроснабжении второй категории допустим на время необходимое для включения резервного питания действиями оперативно дежурного персонала, но не более одних суток.

В многоквартирных домах требования по пожарной безопасности регламентирует ФЗ от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ. Данный регламент устанавливает общие противопожарные требования и правила в зданиях.

Многоквартирный дом представлен в таблице 1.1

Таблица 1.1. Характеристика объекта проектирования

Объект капитального строительства	Этажность	Подъезд	Кол-во Квартир	Площадь квартир м ²	Продовольственных магазинов	Полезная площадь продовольственных магазинов м ²	Площадь участка застройки м ²
Многоквартирный жилой дом с помещениями общественного назначения	12	5	297	5500	5	450	1800

Общий план здания по осям на рисунке 1.1

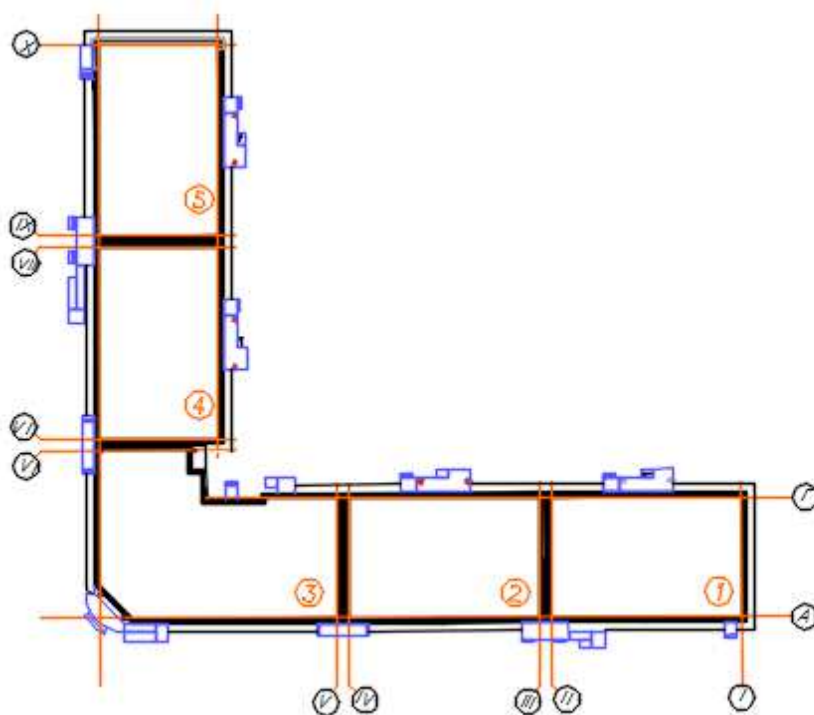


Рисунок 1.1 – Общий план здания по осям.

2 Обоснование выбора технологии проектирования многоквартирного жилого дома.

Определение электрических нагрузок является первым этапом проектирования любой системы электроснабжения. Значения электрических нагрузок определяют выбор всех элементов и технико-экономические показатели проектируемой системы электроснабжения дома. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты на электрификацию, расход цветного металла, потери электроэнергии и эксплуатационные затраты. Ошибки при определении электрических нагрузок приводят к аварийным режимам сетей и ухудшению технико-экономических показателей объекта проектирования.

Электрические нагрузки любого общественного здания складывается из нагрузок электрического освещения и силового электрооборудования. При расчетах электрической сети необходимо учитывать коэффициент спроса K_c , представляющий собой отношение расчетной потребляемой мощности (нагрузки) к установленной мощности работающих электроприёмников.

Силовая нагрузка приемника определяется его установленной мощностью умноженной на коэффициент спроса. Коэффициенты берутся из [14], в основном используется методика, указанная в СП 31-110-2003 [14].

Для новых и реконструируемых электроустановок жилых и общественных зданий выполняются проекты электроснабжения, которые проходят требуемые согласования, в соответствии с проектами осуществляется монтаж электроустановок зданий, производятся измерения и испытания электроустановок, комплектация электрозащитными средствами, организуется эксплуатация электрохозяйства и осуществляется допуск электроустановок в эксплуатацию органами госэнергонадзора (Ростехнадзора). Далее электроустановка здания эксплуатируется в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей или в соответствии с Правилами технической эксплуатации станций и сетей РФ.

Электроснабжение жилых и общественных зданий осуществляется на основании следующих документов:

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей содержатся следующие требования:

- п. 1.3.2. До начала монтажа или реконструкции электроустановок необходимо:

- получить технические условия в энергоснабжающей организации;
- выполнить проектную документацию.

- п. 1.8.1. У каждого Потребителя должна быть следующая техническая документация:

- генеральный план с нанесенными зданиями, сооружениями и подземными электротехническими коммуникациями;
- утвержденная проектная документация (чертежи, пояснительные записки и др.) со всеми последующими изменениями.

Проектирование электроустановок осуществляется в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок издания 6-е и 7-е (ПУЭ).

Требования к организации учета электрической энергии указаны в главе 1.5. ПУЭ и в разделе 16, 17 «Учет электроэнергии, измерительные приборы» СП 31-110-2003 «Свод правил по проектированию и строительству». Также проектирование осуществляется на основании ряда Государственных стандартов РФ, руководящих документов, ведомственных норм и правил, технических циркуляров и других документов.

Исходные данные для выполнения проекта жилого или общественного здания:

- Предпроектные изыскания.

- Договор на технологическое присоединение электроустановок юридических и физических лиц к электрическим сетям.

Неотъемлемая часть договора - условия технологического присоединения. Эти документы потребитель получает в установленном порядке в сетевой организации на основании п.6. Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям.

- Справка сетевой организации о выполнении условий технологического присоединения (при наличии) (Правила технологического присоединения, п. 18, пп. «д»)

- Акт о технологическом присоединении (при наличии) (Правила технологического присоединения, п. 19) – для реконструируемых электроустановок.

- Акт разграничения сетей по имущественной (балансовой) принадлежности и эксплуатационной ответственности между энергоснабжающей (сетевой) организацией и Потребителем (для реконструируемых электроустановок) при наличии (ПТЭЭП, п. 1.8.1, Правила технологического присоединения, п. 19).

- Техническое задание на проектирование электроустановок (в соответствии со ст. 759 Гражданского Кодекса РФ). В Техническом задании должны быть предусмотрены и указаны основные параметры для проектирования электроустановки.

Основные требования к составу проектной документации содержатся в Постановлении Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и в ГОСТе Р 21.1101-2013 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации».

Основные требования к электрооборудованию жилых и общественных зданий изложены в:

- Правилах устройства электроустановок (ПУЭ 6-е и 7-е издания);

- СП 31-110 2003 «Свод правил по проектированию и строительству»;

- РД 34-20-185 «Инструкции по проектированию городских электрических сетей»;

- РД 34.20.185-94 (утв. Минтопэнерго РФ 7 июля 1994 г.);

- иных документах, обязательного применения, утвержденных Перечнем национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сво-

дов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (утв. распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р).

Краткие требования к Техническому заданию по содержанию проекта электроснабжения жилого или общественного здания:

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

3 Расчет электрических нагрузок жилого дома

Расчет электрических нагрузок многоквартирного жилого дома производится согласно СП 31-110 2003 "Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий" и РД34.20.185-94 "Инструкция по проектированию городских электрических сетей".

Расчетная нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома, к шинам РУ-0,4 кВ трансформаторной подстанции определяется по формуле:

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot n \quad (1.1)$$

где $P_{кв.уд}$ - удельная нагрузка электроприемников квартир, принимаемая по таблице 7.1 СП 31-110 2003, в зависимости от числа квартир, присоединенных к линии (ТП), типа кухонных плит, кВт/квартира. n - число квартир, присоединенных к линии (ТП).

Удельная расчетная нагрузка учитывает нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничных клеток, подполий, технических этажей, чердаков и т.д.), а так же нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитки противопожарных устройств, автоматики, учета тепла и т.п.).

Удельные расчетные нагрузки не учитывают общедомовую силовую нагрузку, осветительную и силовую нагрузку встроенных помещений общественного назначения, нагрузку отопительных приборов и кондиционеров.

Удельные электрические нагрузки установлены с учетом того, что расчетная неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам трехфазных линий и вводов не превышает 15%.

Расчетная нагрузка силовых электроприемников, приведенная к вводу жилого дома линии или к шинам напряжением 0,4 кВ определяется:

$$K_{с.л} \cdot \sum_1^{n_l} P_{ni} \quad (1.2)$$

где $K_{с.л}$ - коэффициент спроса определяется в зависимости от количества лифтовых установок и этажности зданий;

n_l - число лифтовых установок, питаемых линией;

P_{ni} - установленная мощность электродвигателя i -го лифта по паспорту.

- Противопожарные устройства.

Согласно СП 31-110 2003 "Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий" мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников противопожарных устройств и уборочных механизмов при расчете электрических нагрузок питающих линий и вводов в здание не учитывается, за исключением тех случаев, когда она определяет выбор защитных аппаратов и сечений проводников.

Так как дом состоит из пяти блок-секций и помещений продовольствен-

ных магазинов. Будем распределять нагрузку по 5 вводно-распределительным устройствам расположенные в подвале здания. Для первой блок-секции ВРУ №1, вторую и третью объединяем ВРУ №2, четвертую и пятую объединяем ВРУ №3. Продовольственных магазины № 1,2,3 объединяем в ВРУ 1н, продовольственные магазины 4,5 объединяем в ВРУ 2н.

Схема электроснабжения принята с учетом минимизации затрат на оборудование и кабельно-проводниковую продукцию, а также с учетом минимизации потерь электроэнергии в электрических сетях. Расчёты будем производить по каждому ВРУ.

Расположение вводно-распределительных устройств представлено на 2 листе графической части наружных сетей.

В первой блок секции на этаже 3 и 2 квартиры. 31 квартира менее 55м² а 24 более 55 м². Итого 55 квартир.

Расчётную нагрузку ввода блок секции 1 питающего квартиры определяем:

Для 55 квартир: $P_{кв.уд} = 1,762 \text{ кВт} / кв,$

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot (n \cdot > 55м^2 + 1,05n < 55м^2), \quad (1.3)$$

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot n = 1.762 \cdot (31 + 1,05 \cdot 24) = 99,02 \text{ кВт}.$$

Так как квартиры без повышенной комфортности мощность до 14 кВт. $K_c=0,8$:

$$P_p = K_c \cdot P = 0,8 \cdot 99,02 = 79,21 \text{ кВт}.$$

Насосов 2 шт по 1,5 кВт.

Расчётная нагрузка насосов отопления:

$$P_{н.о} = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ кВт}$$

В блок секции расположено 2 лифтовые установки 6 и 9 кВт. Так как 2 установки. $K_c=0,8$.

Расчётная нагрузка лифтовых установок:

$$P_{р.л} = K_{с.л} \sum_1^{nl} Pni = 0,8 \cdot 2 \cdot 6 + 9 = 24 \text{ кВт}.$$

Освещение лифтов лампы светодиодные по 12 Вт.

Расчётная нагрузка освещения лифта:

$$P_{освц.л} = 2 \cdot 12 = 24 \text{ Вт.}$$

В блок секции 141 светильник по 36 Вт.
Расчётная нагрузка освещения подъезда:

$$P_{освц} = 141 \cdot 36 = 5076 \text{ Вт.}$$

Наружное освещения с лампой ДНаТ мощностью 150 Вт.
Расчётная нагрузка наружного освещения:

$$P_{нар.освц} = 150 \text{ Вт.}$$

Итого освещение по блок секции.
Расчётная нагрузка освещения:

$$P_{освц} = P_{освц.л} + P_{освц} + P_{нар.освц} = 24 + 5076 + 150 = 5802 \text{ Вт} = 5,250 \text{ кВт.}$$

Итого электрическая нагрузка блок секции №1.
Расчётная нагрузка блок секции №1:

$$P_{р.ж.д} = P_{ж.д} + 0,9 \cdot P_{р.лифт} + P_{освц} + P_{н.о} \text{ кВт} \quad (1.4)$$

$$P_{ж.д} = 79,21 + 3 + 0,9 \cdot 24 + 5,250 = 109,06 \text{ кВт.}$$

В блок секции №2 на этаже 3 и 2 квартиры. 31 квартира менее 55 м² а 24 более 55 м². В блок секции 3 на этаже 3 и 4 квартиры. 33 квартиры менее 55 м² а 44 более 55 м². Итого 132 квартиры.

Расчётную нагрузку ввода б/с № 2,3 питающего квартиры определяем:

Для 132 квартир $P_{кв.уд} = 1,455 \text{ кВт} / \text{кв}$

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot (n_{кв} > 55 \text{ м}^2 + 1,05 n_{кв} < 55 \text{ м}^2), \quad (1.5)$$

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot n = 1,455 \cdot (64 + 1,05 \cdot 68) = 197 \text{ кВт}$$

Так как квартиры без повышенной комфортности мощность до 14 кВт.
 $K_c = 0,8$;

$$P_p = K_c \cdot P = 0,8 \cdot 197 = 157,6 \text{ кВт.}$$

Насосов 4 шт по 1,5 кВт.

Расчётная нагрузка насосов отопления:

$$P_{н.о} = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ кВт.}$$

В блок секции 2,3 расположено 4 лифтовые установки две по 6 и две по 9 кВт. Так как 4 установки. $K_c=0,7$;

Расчётная нагрузка лифтовых установок:

$$P_{р.л} = K_{с.л} \cdot \sum_1^{нл} P_{ни} = 0,7 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 6) + (2 \cdot 9) = 84 \text{ кВт.}$$

Освещение лифтов лампы светодиодные по 12 Вт.

Расчётная нагрузка освещения лифта, лампы светодиодные;

$$P_{освц.л} = 4 \cdot 12 = 48 \text{ Вт}$$

В подъездах 364 светильника по 36 Вт.

Расчётная нагрузка освещения подъезда:

$$P_{освц} = 364 \cdot 36 = 13104 \text{ Вт.}$$

Наружное освещения с лампой ДНаТ мощностью 150 Вт, при входе в каждую блок секцию.

Расчётная нагрузка наружного освещения:

$$P_{нар.освц} = 2 \cdot 150 = 300 \text{ Вт.}$$

Итого освещения по блок секциям.

Расчётная нагрузка освещения:

$$P_{освц} = P_{освц.л} + P_{освц} + P_{нар.освц} = 48 + 13104 + 300 = 13450 \text{ Вт} = 13,450 \text{ кВт.}$$

$$P_{ржд} = P_{ж.д} + 0,9 \cdot P_{р.лиф} + P_{освц} + P_{н.о} \text{ кВт.} \quad (1.6)$$

Итого электрическая нагрузка блок секций №2,3.

Расчётная нагрузка блок секции №2,3:

$$P_{ж.д} = 157,6 + 6 + 0,9 \cdot 48 + 13,450 = 220,25 \text{ кВт.}$$

В блок секции №4 на этаже 3 и 2 квартиры. 31 квартира менее 55м² а 24 более 55 м². В блок секции 5 на этаже 3 и 2 квартиры. 33 квартиры менее 55 м² а 44 более 55м². Итого 110 квартиры.

Расчётную нагрузку ввода б/с №4,5 питающего квартиры определяем:
Для блок секций №4,5: $P_{кв.уд} = 1,486 \text{ кВт} / кв$

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot (n_{кв} > 55 \text{ м}^2 + 1,05 n_{кв} < 55 \text{ м}^2),$$

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot n = 1,486 \cdot (62 + 1,05 \cdot 48) = 167,02 \text{ кВт}.$$

Так как квартиры без повышенной комфортности мощность до 14 кВт.
 $K_c = 0,8$;

$$P_p = K_c P = 0,8 \cdot 167,02 = 133,61 \text{ кВт}.$$

Насосов 4 шт по 1,5 кВт.

Расчётная нагрузка насосов отопления:

$$P_{н.о} = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ кВт}.$$

В блок секции 2,3 расположено 4 лифтовые установки две по 6 и две по 9 кВт. Так как 4 установки. $K_c = 0,7$.

Расчётная нагрузка лифтовых установок:

$$P_{р.л} = K_{с.л} \cdot \sum_1^{nl} Pni = 0,7 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 6) + (2 \cdot 9) = 84 \text{ кВт}.$$

Освещение лифтов лампы светодиодные по 12 Вт.

Расчётная нагрузка освещения лифта, лампы светодиодные;

$$P_{освц.л} = 4 \cdot 12 = 48 \text{ Вт}$$

В подъездах 364 светильника по 36 Вт.

Расчётная нагрузка освещения подъездов:

$$P_{освц} = 364 \cdot 36 = 13104 \text{ Вт}.$$

Наружное освещения с лампой ДНаТ мощностью 150 Вт, при входе в каждую блок секцию.

Расчётная нагрузка наружного освещения:

$$P_{нар.освц} = 2 \cdot 150 = 300 \text{ Вт}.$$

Итого освещения по блок секциям.

Расчётная нагрузка освещения:

$$P_{освц} = P_{освц.л} + P_{освц} + P_{нар.освц} = 48 + 13104 + 300 = 13450 \text{ Вт} = 13,450 \text{ кВт}$$

Итого электрическая нагрузка блок секций №4,5.

Расчётная нагрузка блок секции №4,5:

$$P_{ржд} = P_{ж.д} + 0,9 \cdot P_{р.лиф} + P_{освц} + P_{н.о} \text{ кВт.}$$

(1.7)

$$P_{ж.д} = 133,61 + 6 + 0,9 \cdot 48 + 13,450 = 196,26 \text{ кВт.}$$

Расчёт электрических нагрузок жилого дома представлен в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Расчёт электрических нагрузок жилого дома.

По плану размещения ВРУ	Кол-во квартир	$P_{лиф}$ кВт	Этажность	Подъездов	$P_{кв.уд}$ кВт	K_c	$P_{ж.д}$ кВт	$P_{освц}$ кВт	$P_{нар.осв}$ кВт	$P_{ржд}$ кВт
ВРУ 1	55	24	12	1	1,762	0,8	99,02	5,802	0,15	109,61
ВРУ 2	132	84	24	2	1,455	0,8	157,6	13,45	0,3	220,25
ВРУ 3	110	84	24	2	1,486	0,8	133,61	13,45	0,3	196,26
Итого										526,12

3.1 Расчет электрических нагрузок для продовольственных магазинов.

Для продовольственных магазинов по удельным нагрузкам рассчитываем полезную площадь. При $P_{уд.м^2} = 0,25 / м^2$

Для Вводно-распределительного устройства нежилого помещения продовольственного магазина 1н.

$$P_p = P_{уд} \cdot S_{торг.зала} \quad (1.8)$$

$$P_{про. маг} = P_{уд} \cdot S_{торг.зала} = 0,25 \cdot 290 = 72,5 \text{ кВт}$$

$$P_{освц} = 11,23 \text{ кВт}$$

$$P_{общ} = 72,5 + 11,23 = 83,73 \text{ кВт}$$

Для Вводно-распределительного устройства нежилого помещения продовольственного магазина 2н.

$$P_p = P_{уд} \cdot S_{торг.зала}$$

(1.9)

$$P_{пром.маг} = P_{уд} \cdot S_{торг.зала} = 0,25 \cdot 160 = 40 \text{ кВт}$$

$$P_{освц} = 7,48 \text{ кВт}$$

$$P_{общ} = 40 + 7,48 = 47,48 \text{ кВт}$$

Расчёт электрических нагрузок продовольственных магазинов представлен таблице 2.6.

Таблица 2.6- Расчёт электрических нагрузок продовольственных магазинов.

По плану размещения ВРУ	Этажность	Объект общественного назначения	Единица измерения	Кол-во единиц	Руд кВт	Ррас кВт	Ровщ кВт	Рсум кВт
ВРУ 1н	1	магазин 1,2,3	торговой площади м ²	336	0,25	72,5	11,23	83,73
ВРУ 2н	1	магазин 4,5	торговой площади м ²	188	0,25	40	7,48	47,48
Итого								131,21

4 Выбор источника питания, число и мощность трансформаторов.

На земельном участке жилого дома предусмотрено строительство КТП. Строительство КТП было необходимым условием Горэлектросетей.

Питание КТП за кольцовано и осуществляется напряжением 10 кВ по двум взаиморезервирующим кабельным линиям.

При выборе расположения подстанции для жилого дома электрическая нагрузка рассредоточена по вводно-распределительным устройствам и при выборе места расположения подстанции учитывалось благоустройство двора. Место установки подстанции дворовая территория.

Расчёт мощности вводно-распределительных устройств на шинах трансформаторной подстанции сведём в таблицу 3.1

Таблица 3.1 - Распределения мощности по вводно-распределительным устройствам.

№ по ген плану	Наименование потребителей	Cos f	Ррасч. на шинах ТП, кВт
ВРУ 1	Блок-секция №1	0,98	109,61
ВРУ 2	Блок-секция №2,3	0,98	220,25
ВРУ 1н	Магазин 1,2,3	0,85	83,73
ВРУ 3	Блок-секция №4,5	0,98	196,26
ВРУ 2н	Магазин 4,5	0,85	47,48
	Уличное освещение		5
	Итого с учётом 5% потерь	Cosf. Ср. взв =0,95	695,44

Для выбора установки трансформаторной подстанции используем метод центра электрических нагрузок.

Координаты ЦЭН можно определить по следующим формулам:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \cdot x_i)}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \cdot y_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (4.1)$$

Таблица 3.1. Координаты Вводно-распределительных устройств

Расположение на ген плане.	$P_{расч}$	X	Y	$P*X$	$P*Y$
ВРУ 1	109,61	70	26	7799,4	2896,92
ВРУ 2	220,25	48	26	12644,16	6848,92
ВРУ 3	196,26	44	26	10555,6	6237,4
ВРУ 1н	83,73	24	47	5757,6	11275,3
ВРУ 2н	47,48	24	49	3259,2	6654,2

Правильный выбор числа и мощности трансформатора на подстанции является одним из основных вопросов рационального построения системы электроснабжения.

В нормальных условиях силовые трансформаторы должны обеспечить питание всех потребителей объекта.

Так как проектируемый дом относится к I и II категории надежности, то принимаем к установке два трансформатора.

Выбор мощности трансформаторов производится исходя из расчетной нагрузки объекта электроснабжения, допустимой перегрузки трансформатора.

Двухтрансформаторные ТП применяются при преобладании электроприемников I и II категорий. При этом мощность трансформаторов выбирается такой, чтобы при выходе из работы одного. Другой трансформатор с учетом допустимой перегрузки принял бы на себя нагрузку всех потребителей (в этой ситуации можно временно отключить электроприемники III категории).

Выбор мощности трансформаторов производится исходя из расчетной нагрузки объекта электроснабжения, допустимой перегрузки трансформатора.

$$S_{расч} = \frac{P_{расч}}{\cos f_{ср.вз}} \quad (4.2)$$

$$S_{расч} = \frac{695,44}{0,95} = 732,04 \text{кВА}$$

$S_{расч}$ - расчётная мощность подстанции;

$\cos f_{ср.вз}$ - косинус средневзвешенной подстанции.

$$S_{ном.тр} = \frac{S_{расч}}{n * Kз} \quad (4.3)$$

$$S_{ном.тр} = \frac{732,04}{2 * 0,7} = 522,88 \text{кВА};$$

где $S_{ном.тр}$ – полная расчетная мощность;

K_3 – коэффициент загрузки трансформатора;

n – число трансформаторов.

По шкале мощности трансформаторов выбираем трансформатор на 630 кВА.

Определим коэффициент загрузки и коэффициент перегрузки трансформатора:

$$K_{загр.} = \frac{S_{расч3}}{n \cdot S_{ном.т.}} \quad (4.4)$$

$$K_{загр.} = \frac{732,04}{2 \cdot 630} = 0,58 \text{кВА}$$

Коэффициент перегрузки будет равен:

$$K_{пер} = \frac{S_{расч3}}{S_{ном.т.}} \quad (4.5)$$

$$K_{пер} = \frac{732,04}{630} = 1,16 < 1,4.$$

Коэффициент перегрузки не должен превышать $K_{пер} \leq 1,4$. Для КТП коэффициент перегрузки соответствует требованию. Таким образом принимаем два трансформатора по 630 кВА.

Основные технические характеристики ТМ-630/10/0,4кВА

Тип тр-ра	S _{но} м, кВА	Напряжение обмотки, кВТ		Потери, кВТ		U _к , %	I _х , %
		ВН	НН	ΔP _х х, кВТ	ΔP _{кз} , кВТ		
ТМ-630	630	10	0,4	1,16	7,6	5,5	0,8

Рассчитаем потери в трансформаторе при $K_3=0,58$.
Активные потери:

$$\Delta P_T = 2 \cdot \Delta P_{XX} + \frac{\Delta P_{K3}}{2} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{НОМ}} \right)^2 \quad (4.6)$$

$$\Delta P_T = 2 * 1,16 + \frac{7,6}{2} * \left(\frac{732,04}{630} \right)^2 = 7,45 \text{ кВт};$$

Реактивные потери:

$$\Delta Q_T = n \cdot \frac{I_{XX} \cdot S_{НОМ}}{100\%} + \frac{\Delta U_k \cdot S_{расч}^2}{n \cdot 100 \cdot S_{НОМ}} \quad (4.7)$$

$$\Delta Q_T = 2 * \frac{0,8 * 630}{100} + \frac{5,5 * (732,04)^2}{2 * 100 * 630} = 33,47 \text{ кВар};$$

$$\Delta S_{тр} = (7,45 + j33,47)$$

$\Delta S_{тр}$ – потери мощности в трансформаторах, выполняемая по формуле:

$$U_p = \sqrt{\Delta P^2 - \Delta Q^2} = \sqrt{7,45^2 - 33,47^2} = 34,28\%. \quad (4.8)$$

Согласно СП 31-110-2003. Для потребителей жилых и общественных зданий компенсация реактивной нагрузки, как правило, не требуется.

5 Выбор питающих линий от КТП до ВРУ и выбор внешних источников питания.

5.1 Выбор сечения жил кабелей на напряжение 10 кВ и определения потерь мощности активной энергии в линиях.

Расчётный ток определяется по формуле:

$$I_{\text{раб}} = \frac{S_{\text{рас}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot n}, \quad (5.1)$$

$$I_{\text{раб}} = \frac{732,04}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2} = 21,13 \text{ A}$$

Ток в аварийном режиме работы:

$$I_{\text{раб}} = \frac{S_{\text{рас}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (5.2)$$

$$I_{\text{ав}} = \frac{732,04}{\sqrt{3} \cdot 10} = 42,26 \text{ A}$$

Определяем сечения линии с источником питания трансформаторной подстанции.

Сечения кабелей в сетях выше 1000 В выбираются по экономической плотности тока, соответствующее режиму максимальных нагрузок:

$$S_{\text{эк}} = \frac{I_p}{j_{\text{эк}}}, \quad (5.3)$$

где I_p – расчетный ток одной линии в нормальном режиме работы, т.е. увеличение тока в послеаварийных и ремонтных режимах сети не учитывается;

$j_{\text{эк}}$ – экономическая плотность тока для заданных условий работы [7, таблица 1.3.36].

По формуле (1.20) находим:

$$S_{\text{эк}} = \frac{42,26}{1,2} = 35,21 \text{ мм}^2$$

Допустимая токовая нагрузка для кабеля марки АСБл ((алюминиевая токопроводящая жила, свинцовая оболочка, броня из стальных оцинкованных лент из полиэтилентерефталатных лент в подушке под броней) на напряжение 10 кВ сечением 50 мм², проложенного в траншее согласно [ПУЭ табл 1.3.16.]: $I_{дон.} = 134 \text{ А}$.

Расчётный ток должен быть меньше длительно допустимого тока, в соответствии с условием:

$$42,26 < 134 \text{ А}$$

Принимаем кабель АСБл 3х50 $I_{дон.} = 134 \text{ А}$.

Потери мощности в кабеле определяются по формуле:

$$\Delta P = \frac{S_{рас}^2}{U^2} \cdot \frac{r_{уд} \cdot \ell}{n} \cdot 10^{-3} \quad (5.4)$$

$$\Delta Q = \frac{S_{рас}^2}{U^2} \cdot \frac{x_{уд} \cdot \ell}{n} \cdot 10^{-3}$$

где $r_{уд}$ – активное сопротивление 1 км линии, Ом/км;

ℓ – длина линии, км;

n – количество параллельно подключенных линий (цепей).

$$\Delta P = \frac{732,04^2}{10^2} \cdot \frac{0,62 \cdot 0,5}{2} \cdot 10^{-3} = 0,83 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q = \frac{732,04^2}{10^2} \cdot \frac{0,09 \cdot 0,5}{2} \cdot 10^{-3} = 0,10 \text{ кВар}$$

Потери напряжения в высоковольтной линии напряжением до 35 кВ (в нашем случае 10 кВ), в процентах от номинального напряжения [12, с. 54] определяют по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot \ell \cdot (r_{уд} \cdot \cos \varphi + x_{уд} \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_{ном}} \quad (5.5)$$

где ℓ – длина линии, км; $r_{уд}$, $x_{уд}$ – удельное активное и реактивное сопротивление провода, Ом/км; $U_{ном}$ – номинальное напряжение сети, В; I_p – расчетный ток электроприемника, А.

Удельное активное и индуктивное сопротивления провода при напряжении 10 кВ определяются согласно [12, с. 54].

Таким образом, потери напряжения в питающей линии:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 21,13 \cdot 0,5 \cdot (0,62 \cdot 0,95 + 0,09 \cdot 0,31) \cdot 100\%}{10000} = 0,11 < 5\%.$$

Потери напряжения находятся в допустимых пределах.

5.2 Выбор сечения жил кабелей на напряжение 0,4 кВ и определения потерь мощности активной энергии в линиях.

В нормальном режиме работы нагрев кабеля не должен превышать допустимого. Для этого выбор сечения кабелей производят по таблицам ПУЭ [3], в которых производятся значения и соответствующие им допустимые длительные токи нагрузки. Значение допустимых длительных токов указаны для определённых (нормальных) условий работы кабелей и их прокладки. При прокладке кабелей в земляных траншеях следует учитывать коррозионную активность почвы.

Будем использовать кабель АВББШв (алюминиевая токопроводящая жила, изоляция из ПВХ - пластика, броня из стальных пластин, шланг из ПВХ пластика) для прокладки в земле, который хорошо защищен от механических повреждений. У таких кабелей катодная коррозия не возникает, так как сталь не подвержена влиянию щелочных продуктов почвы. До вводно-распределительных устройств прокладывается два взаиморезервирующих кабеля.

Расчётный ток определяется по формуле:

$$I_{p \ o} = \frac{P_{p \ o}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot 2 \cdot \cos \phi}, \quad (5.6)$$

Ток в аварийном режиме работы:

$$I_{p \ o} = \frac{P_{p \ o}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi}, \quad (5.7)$$

где $P_{p \ o}$ – расчетная нагрузка;

Рассчитаем по формуле ток для ВРУ 1 и по току выберем сечение кабеля.

$$I_{p o} = \frac{109,61}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 2 \cdot 0,98}, = 84,96$$

Ток в аварийном режиме работы:

$$I_{p o} = \frac{109,61}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 169,93 \text{ A};$$

$$\text{Диаметр} = 70 \text{ мм}^2; I_{\text{доп}} = 184 \text{ A}$$

Остальные сечения жил кабелей расчёты аналогично представлен в Таблице 4.1

Таблица 4.1- Выбор сечения жил кабелей 0,4 кВ.

Ген.план	№ линии	Способ прокладки	Длина, м	Ррас кВт	Расчётный ток, А	Допустимый ток кабеля, А	Марка кабеля	Количество и сечение жил
ВРУ 1	Н 1,2	в траншее	73	109,61	169,93	184	АВБбШв	4x70
ВРУ2	Н 3,4	в траншее	47	220,25	341,47	359	АВБбШв	4x240
ВРУ 1н	Н 5,6	в траншее	38	83,73	149,78	132	АВБбШв	4x50
ВРУ 3	Н 7,8	в траншее	20	196,26	304,27	314	АВБбШв	4x185
ВРУ 2н	Н 9,10	в траншее	35	47,48	79,26	94	АВБбШв	4x35

Потеря активной и реактивной мощности:

$$\Delta P = 3 \cdot I_p^2 \cdot r_{\text{уд}} \cdot l, \tag{5.8}$$

$$\Delta Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot x_{\text{уд}} \cdot l,$$

где $I_{\text{РАБ}}$ – максимальный рабочий ток электроприемника, А; l – длина кабельной линии, км; $r_{\text{уд}}$, $x_{\text{уд}}$ – удельное активное и реактивное сопротивление кабеля, Ом/км.

Произведем расчет потерь мощности и напряжения в кабельных линиях. Потеря напряжения в процентах к номинальному напряжению сети [12, с. 54]:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_{\text{уд}} \cdot \cos \varphi + x_{\text{уд}} \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_{\text{ном}}} \tag{5.9}$$

Потребители электрической энергии работают в нормальном режиме, ко-

гда напряжение соответствует нормативному значению. При передаче электроэнергии часть напряжения теряется на сопротивление проводов и в результате в конце линии, у потребителя значение напряжения снижается.

Согласно ПУЭ для силовых сетей отклонение напряжения от нормального должно составлять не более $\pm 5\%$ [19].

Рассчитаем потери активной и реактивной мощности ВРУ 1.

$$\Delta P_1 = 3 \cdot 169,93^2 \cdot 0,443 \cdot 0,073 \cdot 10^{-3} = 2,8 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_1 = 3 \cdot 169,93^2 \cdot 0,058 \cdot 0,073 \cdot 10^{-3} = 2,15 \text{ кВар};$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 169,93 \cdot 0,073 \cdot (0,433 \cdot 0,98 + 0,0612 \cdot 0,19) \cdot 100\%}{380} = 2,51\%.$$

Результаты расчетов потерь в кабельных линиях до ВРУ представлены в таблиц 4.2

Таблица 4.2 – Расчет потерь мощности и напряжения в ВРУ.

№	cosφ	sinφ	L, м	I _p , А	S, мм ²	г _{уд} , Ом/км	х _{уд} , Ом/км	ΔU, %	ΔP, кВт	ΔQ,квар
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
ВРУ 1	0,98	0,19	73	169,93	70	0,433	0,0612	2,51	2,8	0,368
ВРУ 2	0,98	0,19	47	341,47	240	0,129	0,0587	1	2,1	0,911
ВРУ 1н	0,85	0,52	38	83,73	50	0,62	0,0625	0,8	0,49	0,116
ВРУ 3	0,98	0,19	20	304,27	185	0,167	0,0596	0,48	0,92	0,308
ВРУ 2н	0,85	0,52	35	79,26	35	0,89	0,0637	0,9	0,63	0,059

6 Выбор коммутационного оборудования на КТП и ВРУ.

6.1 Выбор оборудования на напряжения 10 кВ.

Выбор выключателя на 10 кВ приведён в таблице 5.1

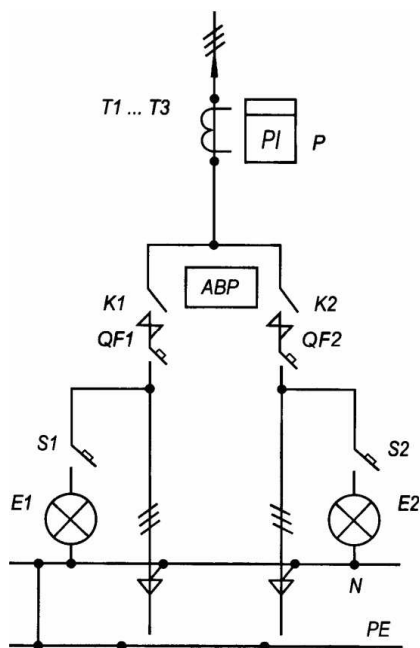
Таблица 5.1- Выбор выключателя на 10 кВ.

Тип выключателя	Uном, кВ	Iном вык А	Iрас А	Iотк, кА	Количество
ВБЭ-10-20/630 УХЛ2	10	630	42,26	20	1

6.2 Выбор оборудования на напряжения 0,4 кВ.

Электроснабжение жилого жома осуществляется от вводно распределительного устройства ВРУ, расположенного в электрощитовой подвале. Схема ВРУ1-11-10 УХЛ4 представлена на рисунке.

Схема ВРУ представлена на рисунке 6.2.



T1-T3 - Трансформаторы тока 100/5...100/5А,
P - счетчики Меркурий 230 (учет общих нагрузок) K1-K2 - пускатели 400А,
QF1-QF2 – автоматические выключатели 250А, S1-S2 – автоматический выключатель ВА47-29 1р 6А, E1-E2 – лампы светодиодные E27

Рисунок 6.2 - Схема ВРУ

Для защиты линий 0,4 кВ будем использовать выключатели ВА 57-35, ВА 57-39.

В качестве аппаратов защиты электрических сетей устанавливаем автоматические выключатели. Автоматические выключатели одновременно выполняют функции защиты и управления: защищают кабели, провода, электрические сети и потребителей от перегрузки и короткого замыкания (сверхтоков короткого замыкания), а также обеспечивают нормальный режим протекания электротока в цепи и осуществляют управление участками электроцепей. Автоматы имеют защитные (спусковые) устройства двух типов: тепловое реле с выдержкой времени для защиты от перегрузки и электромагнитное реле для защиты от короткого замыкания.

В сетях со смешанной нагрузкой, предполагающей умеренные пусковые токи, рекомендуется применять автоматические выключатели с характеристикой срабатывания С. Ток срабатывания электромагнитного расцепителя выставлен в пределах от 5-10 от $I_{ном}$ [1].

Автоматический выключатель выбирается исходя из следующих условий:

1. Соответствие номинального напряжения автоматического выключателя номинальному напряжению сети:

$$U_{a.ном} \geq U_c, \quad (6.1)$$

где: $U_{a.ном}$ - номинальное напряжение автомата, В

U_c - напряжение сети, В.

2. Расчетный ток теплового расцепителя определяется с учетом коэффициента надежности отстройки от перегрузки для выбора автомата:

$$I_{p.к.} = k_n \cdot I_{расч.}, \quad (6.2)$$

где: k_n - коэффициент надежности, учитывающий некоторый запас по току, неточности настройки и разброс срабатывания защиты (принимается равным 1,1) [5].

3. Определяется ток срабатывания отсечки с учетом коэффициента надежности отсечки (выбор по номинальному току расцепителя):

$$I_{o.к.} = k_o \cdot I_{пуск} \quad (6.3)$$

где: k_o - коэффициент надежности отстройки отсечки от пусковых токов, для электромагнитного расцепителя, равен 1,2.

Выбор выключателей 0,4 кВ приведён в таблице 6.2

Таблица 6.2- Выбор выключателей на 0,4 кВ.

Наименование	Кол-во	Ирасч	Тип выключателя	Ином	Ирасц	Ютк, кА
ВРУ 1	2	166,07	ВА 57-35	200	180	35
ВРУ2	2	333,71	ВА 57-39	400	350	35
ВРУ 1н	2	126,86	ВА 57-35	160	130	35
ВРУ 3	2	297,36	ВА 57-39	320	300	35
ВРУ 2н	2	71,93	ВА 57-35	100	90	35

7 Расчет токов короткого замыкания и проверка основного оборудования сети.

Для проверки электрических аппаратов и проводников необходимо произвести расчет токов КЗ. Для этого необходимо определить ток трехфазного КЗ в месте повреждения [12].

Для определения токов КЗ на расчетной схеме (рисунок 7.1) наметим характерные точки КЗ, в которых токи КЗ имеют максимальные значения. На основании расчетной схемы составим схему замещения (рисунок 7.2)

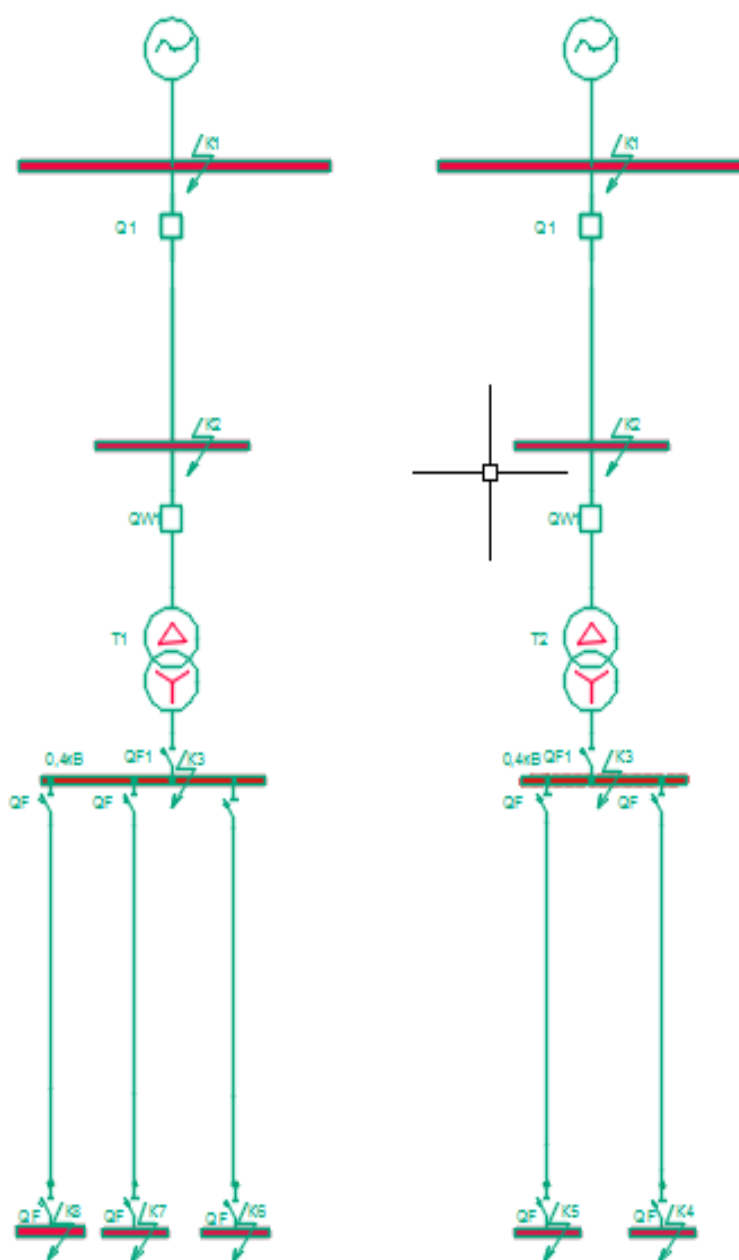


Рисунок 7.1 – Расчётная схема

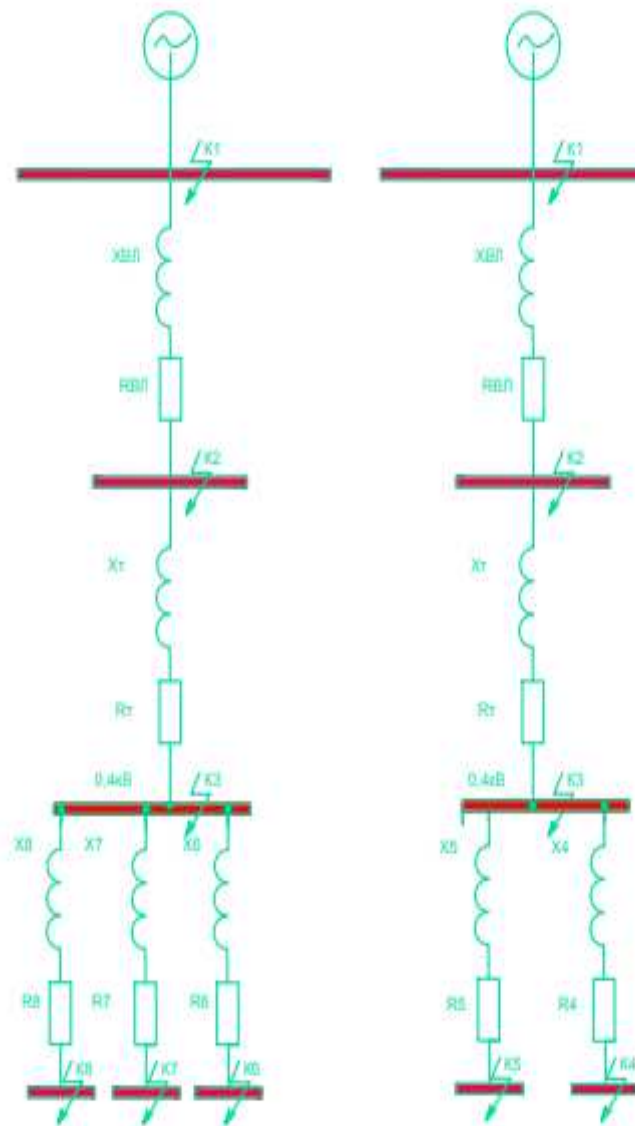


Рисунок 7.2 – Схема замещения

7.1 Расчет токов короткого замыкания 10 кВ

Расчет токов КЗ произведем в относительных единицах. Базисную мощность принимаем $S_B = 100 \text{ МВА}$. В качестве базисного напряжения принимаем среднее напряжение той ступени, на которой имеет место КЗ [12].

$$U_{\text{ср.ном}} = 10,5 \text{ кВ.}$$

Для точки К1.

Мощность трехфазного КЗ будет определяться отключающей способностью головного выключателя, который защищает линию.

Базисный ток:

$$I_{\text{б}} = \frac{S_{\text{б}}}{\sqrt{3} \cdot 10,5}, \quad (7.1)$$

$$I_{\text{б}} = \frac{S_{\text{б}}}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА.}$$

Сопротивление системы:

$$X_C = \frac{I_{\text{б}}}{I_{\text{откл}}}, \quad (7.2)$$

$$X_C = \frac{I_{\text{б}}}{I_{\text{откл}}} = \frac{5,5}{20} = 0,275 \text{ о.е.}$$

Ток КЗ:

$$I_{\text{к1}}^{(3)} = \frac{I_{\text{б}}}{X_C}, \quad (7.3)$$

$$I_{\text{к1}}^{(3)} = \frac{I_{\text{б}}}{X_C} = \frac{5,5}{0,275} = 20,0 \text{ кА.}$$

$I_{\text{кз}}^{(3)} \leq I_{\text{откл}} = 20 \text{ кА}$, выключатель соответствует предельным значениям.

Для проверки электрооборудования по условию электродинамической стойкости необходимо знать наибольшее возможной мгновенное значение тока КЗ, которое называют ударным током и определяют по формуле:

$$i_{\text{уд}} = \kappa_{\text{уд}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{к}}^{(3)}, \quad (7.4)$$

где: $\kappa_{\text{уд}}$ - ударный коэффициент, зависящий от постоянной времени T_a аперио-

дической составляющей тока КЗ. $T_a = \frac{X_{\text{экв}}}{R_{\text{экв}}} = -\infty$, где $\kappa_{y\partial} = 1,0$ [12].

$$i_{y\partial} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa}^{(3)} = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 20 = 28,28 \text{ кА.}$$

Точка К2.

Сопротивление кабельной линии высокого напряжения определим по формулам:

$$X_{\text{КЛ}} = \frac{x_{y\partial} \cdot l_2 \cdot S_B}{U_{\text{ср.ном}}^2} \quad (7.5)$$

$$R_{\text{КЛ}} = \frac{r_{y\partial} \cdot l_2 \cdot S_B}{U_{\text{ср.ном}}^2}, \quad (7.6)$$

$$X_{\text{КЛ}} = \frac{x_{y\partial} \cdot l_2 \cdot S_B}{U_{\text{ср.ном}}^2} = \frac{0,62 \cdot 0,5 \cdot 100 \cdot 10^6}{(10,5 \cdot 10^3)^2} = 0,281 \text{ о.е.}$$

$$R_{\text{КЛ}} = \frac{r_{y\partial} \cdot l_2 \cdot S_B}{U_{\text{ср.ном}}^2} = \frac{0,09 \cdot 0,5 \cdot 100 \cdot 10^6}{(10,5 \cdot 10^3)^2} = 0,040 \text{ о.е.}$$

Суммарное сопротивление до точки К2 равно:

$$X_{\Sigma} = X_{\text{КЛ}} + X_C, \quad (7.7)$$

$$X_{\Sigma} = X_{\text{КЛ}} + X_C = 0,281 + 0,275 = 0,556 \text{ о.е.}$$

Ток КЗ в рассматриваемой точке:

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = \frac{I_{\delta}}{\sqrt{X_{\text{КЛ}}^2 + R_{\text{КЛ}}^2}}, \quad (7.8)$$

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = \frac{I_{\delta}}{\sqrt{X_{\text{КЛ}}^2 + R_{\text{КЛ}}^2}} = \frac{5,5}{\sqrt{0,281^2 + 0,040^2}} = 19,462 \text{ кА.}$$

Ударный ток:

$$T_a = \frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} = \frac{0,556}{0,040} = 13,9$$

$$\kappa_{y\partial} = 1 + e^{\frac{-0,01}{Ta}} = 1,983$$

$$i_{y\partial} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 2}^{(3)} = 1,983 \cdot \sqrt{2} \cdot 19,462 = 54,57 \text{ кА.}$$

7.2 Расчет токов короткого замыкания 0,4 кВ

Точка КЗ.

Расчет токов КЗ на напряжение ниже 1 кВ выполняют в именованных единицах. Приведем сопротивления элементов системы электроснабжения ВН к НН:

$$X_{\Sigma 10/0,4} = X_{\Sigma} \cdot \kappa_m^2 \quad (7.1)$$

$$R_{\Sigma 10/0,4} = R_{\Sigma} \cdot \kappa_m^2, \quad (7.2)$$

$$X_{\Sigma 10/0,4} = X_{\Sigma} \cdot \kappa_m^2 = 0,556 \cdot 0,038^2 = 8,02 \text{ мОм}$$

$$R_{\Sigma 10/0,4} = R_{\Sigma} \cdot \kappa_m^2 = 0,040 \cdot 0,038^2 = 5,77 \text{ мОм}$$

Сопротивление трансформатора:

$$R_m = \Delta P_{K3} \cdot \left(\frac{U_{HH}}{S_{\text{ном.тр}}} \right)^2 \cdot 10^6, \quad (7.3)$$

$$R_m = \Delta P_{K3} \cdot \left(\frac{U_{HH}}{S_{\text{ном.тр}}} \right)^2 \cdot 10^6 = 7,6 \cdot \left(\frac{0,4}{630} \right)^2 \cdot 10^6 = 3,06 \text{ мОм}$$

$$X_m = \sqrt{\left(\frac{U_{\kappa\%}}{100} \right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{K3}}{S_{\text{ном.тр}}} \right)^2} \cdot \frac{U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном.тр}}} \cdot 10^6, \quad (7.4)$$

$$X_m = \sqrt{\left(\frac{U_{\kappa\%}}{100} \right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{K3}}{S_{\text{ном.тр}}} \right)^2} \cdot \frac{U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном.тр}}} \cdot 10^6 = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100} \right)^2 - \left(\frac{7,6}{630} \right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 13,62 \text{ мОм}$$

Суммарное сопротивление:

$$X_{\Sigma 3} = X_{\Sigma 0,4} + X_m = 8,02 + 13,62 = 21,64 \text{ мОм.}$$

Суммарное активное сопротивление, кроме сопротивлений элементов

системы электроснабжения высшего напряжения и трансформатора, должно учитывать переходные сопротивления контактов. Для этого в расчет вводим добавочное сопротивление контактов, которое на шинах подстанции составляет 15 мОм.

$$R_{\Sigma 3} = R_{\Sigma 0,4} + R_m + R_{\text{доб}} = 5,77 + 3,06 + 15,0 = 23,83 \text{ мОм}.$$

Ток КЗ равен:

$$I_{\kappa 3}^{(3)} = \frac{U_{\text{HH}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{21,64^2 + 23,83^2}} = 7,17 \text{ кА}.$$

Ударный ток равен:

$$T_a = \frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} = \frac{21,64}{23,83} = 0,908$$

$$\kappa_{\text{уд}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1,988$$

$$i_{\text{уд}} = \kappa_{\text{уд}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 2}^{(3)} = 1,988 \cdot \sqrt{2} \cdot 7,17 = 20,15 \text{ кА}.$$

Расчёт точек К4-К8.

Сопротивление кабельной линии ВРУ 1.

$$R_1 = r_0 \cdot l = 0,433 \cdot 73 = 31,609 \text{ мОм}$$

$$X_1 = x_0 \cdot l = 0,0612 \cdot 73 = 4,46 \text{ мОм}$$

Суммарные сопротивления:

$$X_{\Sigma 4} = X_{\Sigma 0,4} + X_1 = 21,64 + 4,46 = 26,1 \text{ мОм}$$

$$R_{\Sigma 4} = R_{\Sigma 0,4} + R_1 + R_{\text{доб}} = 23,83 + 31,609 + 20 = 75,43 \text{ мОм}$$

$R_{\text{доб}}$ - переходное сопротивление контактов.

Ток КЗ равен:

$$I_{\kappa 3}^{(3)} = \frac{U_{\text{HH}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{26,1^2 + 75,43^2}} = 2,89 \text{ кА}.$$

Ударный ток равен:

$$T_a = \frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} = \frac{26,1}{75,43} = 0,34$$

$$\kappa_{\text{уд}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1,986$$

$$i_{y\partial} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 2}^{(3)} = 1,986 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,89 = 8,11 \text{ кА.}$$

Расчет тока КЗ для точки К5, К6, К7, К8 аналогичен, и представлен в таблице 7.2

Таблица 7.2 – Расчёт тока КЗ для точки К5,К6,К7,К8.

Точка	Rдоб, мОм	RΣ, мОм	XΣ, мОм	I КЗ, кА	Tа	Куд	iуд, кА
К5	20	0,129	0,0587	4,15	0,48	1,985	11,64
К6	20	0,62	0,0625	3,22	0,35	1,984	9,03
К7	20	0,167	0,0596	6,49	0,84	1,982	18,19
К8	20	0,89	0,0637	2,93	0,31	1,983	8,21

7.3 Проверка коммутационного защитного оборудования на устойчивость токов КЗ.

Проверка выключателя 10 кВ по токам КЗ.

1. По напряжению:

$$U_{уст} \leq U_{ном}, \quad (7.5)$$

$$U_{уст} = 10 \text{ кВ} \leq U_{ном} = 10 \text{ кВ. Условие выполняется.}$$

2. По длительно допустимому току:

$$I_{расч} \leq I_{ном} = I_{н/ав}, \quad (7.6)$$

$$I_{расч} = 42,26 \text{ А} \leq 630 \text{ А} = I_{н/ав} \text{ Условие выполняется.}$$

3. По несимметричному току КЗ:

$$I_{кз}^{(3)} \leq I_{откл}, \quad (7.7)$$

$$I_{кз}^{(3)} = 20 \text{ кА} \leq I_{откл} = 35 \text{ кА. Условие выполняется.}$$

4. По апериодической составляющей:

$$\sqrt{2} \cdot I_n + i_a \leq \sqrt{2} \cdot I_{н/ав} \cdot \left(1 + \frac{\beta_n}{100} \right), \quad (7.8)$$

где: I_n - периодическая составляющая тока КЗ, кА;
 i_a - аperiodическая составляющая тока КЗ, кА;
 $\beta_n = 35\%$.

$$\sqrt{2} \cdot 20 \leq \sqrt{2} \cdot 20 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 28,28 \leq 38,18.$$

Условие выполняется.

Электродинамическая устойчивость:

$$I_{n0} \leq I_{прскв}, \quad (7.9)$$

$$i_{уд} \leq i_{прскв}, \quad (7.10)$$

$28,28 \text{ кА} \leq 35 \text{ кА}$ Условие выполняется.

5. По допустимому току термической устойчивости

$$B_k \leq I_k^2 \cdot t_k, \quad (7.11)$$

где: $B_k = (I_k^{(3)})^2 \cdot (t_{откл} + T_a)$

$$B_k = (20)^2 \cdot (0,04 + 0,1) = 56$$

$$56 \leq 80$$

Условие выполняется.

Проверка выключателя нагрузки на КТП.

1. $U_{уст} = 10 \text{ кВ} \leq U_{ном} = 10 \text{ кВ}$. Условие выполняется.
2. $I_{расч} = 46,26 \text{ А} \leq I_{ном} = 630 \text{ А}$. Условие выполняется.
3. $i_{уд} \leq i_{ном.дин}$, $28,28 \text{ кА} \leq 51 \text{ кА}$. Условие выполняется.
4. $I_{уд.дон} \geq I_{кз.мах}$, $35 \text{ кА} \geq 19,462 \text{ кА}$. Условие выполняется.
5. $I_t^2 \cdot t_{пр} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{э}$, $256(\text{А}^2 \cdot \text{с}) \geq 80(\text{А}^2 \cdot \text{с})$. Условие выполняется.

Проверка предохранителя

Номинальное напряжение предохранителя должно быть не менее сетевого напряжения [7].

Ток включения не должен расплавить плавкий элемент быстрее 0,1 с.

Предохранитель должен выдержать номинальный ток ($I_{ном}$) и возможные

перегрузки трансформатора $1,3-1,4 I_{ном}$.

1. $U_{уст} = 10кВ \leq U_{ном} = 10кВ$. Условие выполняется.
2. $I_{расч} = 42,26 А \leq I_{ном} = 50 А$. Условие выполняется.
3. $1,4 \cdot I_{расч} = 18,03 А \leq I_{ном} = 50 А$. Условие выполняется.
4. $I_k^{(3)} \leq I_{откл}$, $19,462кА \leq 20кА$. Условие выполняется.

Проверка защитных аппаратов сети ниже 1 кВ на отключающую способность

Проверка на отключающую способность осуществляется по условию:

$$I_k^{(3)} \leq I_{откл}, \quad (7.12)$$

где: $I_{откл}$ - наибольшая отключающая способность защитного аппарата, кА.

Таблица 7.3 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Точка	Автоматический выключатель	Наибольшая отключающая способность, кА	$I_{кзmax}$, кА
К3	ВА8840 630 А 40 кА	40	7,17
К4	ВА 57-35 200 А 40 кА	35	2,89
К5	ВА 57-39 400 А 40 кА	35	11,64
К6	ВА 57-35 160 А 40 кА	35	9,03
К7	ВА 57-39 320 А 40 кА	35	18,19
К8	ВА 57-35 100 А 40 кА	35	8,21

Выбранные аппараты соответствуют условию проверки.

8 Проектирование внутренних сетей электроснабжения дома и продовольственных магазинов.

8.1 Проектирование внутренних сетей электроснабжения дома

При проектировании электрооборудования жилых высотных зданий следует руководствоваться ПУЭ, ПТЭ и ПТБ действующих изданий.

На вводе в блок-секцию №1 установлены вводно-распределительное устройство типа ВРУ1-11-10УХЛ4 (вводная панель), ВРУ1-49-00УХЛ4 (распределительная панель), ВРУ1-17-70УХЛ4 с АВР для питания потребителей I категории. ВРУ размещается в помещении электрощитовой, расположенной в подвале здания. Учет электроэнергии осуществлен электронными счетчиками активной энергии, класса точности 1.0, включенными через трансформаторы тока и прямого включения для общедомовой нагрузки и лифтов. Электронными счетчиками активной энергии прямого включения, класса точности 2.0, установленными в этажных щитах - поквартирный учет.

В качестве этажных щитов приняты щиты учетные со слаботочным отсеком марки ЩЭ, установленные в стенную нишу. В щите установлены однофазные счетчики электрической энергии, автоматические выключатели, устройство защитного отключения. Основные потребители электроэнергии: бытовые электроприборы, электроплиты, прочие общедомовые потребители.

Аварийное освещение предусмотрено в помещениях электрощитовой, узлах управления, лестничных клетках, лифтовых холлов, от этой же сети запитаны входы в здания и номерные знаки.

Светильники эвакуационного освещения на балконах и лестничных клетках обеспечены резервным питанием от блоков аварийного питания, расположенных в отапливаемых помещениях.

В комнатах, кухнях, коридорах квартир предусмотрена установка клеммных колодок для подключения светильников, на кухнях и в коридорах - подвесных патронов, в ванных комнатах - светильники для санузлов, в уборных над дверью - стенные патроны. Для бытовых электроприборов предусмотрена установка однополюсных штепсельных розеток с заземляющим контактом и защитой от проникновения.

Высота установки выключателей 0,9 м, высота установки розеток 0,9 м. от уровня чистого пола. Для обеспечения возможности безопасного ремонта насосов вблизи электродвигателей установлены пускатели.

Распределительные сети от ВРУ выполнены кабелем марки ВВГ-нг-LS различного сечения и количеством жил, прокладываемым по помещениям подвала, электрощитовой, тех. этажа открыто по стенам и потолкам, сети для противопожарных устройств и эвакуационного освещения - кабелем марки КВнг(А)-FRLS. Питание этажных щитов произведено проводом с алюминиевой жилой, прокладываемым в виниловых трубах Ø63 мм по стояку. Групповые сети - в виниловых трубах Ø40 мм по стояку.

Для соблюдения требования ПУЭ отключения от распределительных се-

тей к светильникам наружного освещения и насосам выполнено гибким проводом с медными жилами КГВВнг-П соответствующего сечения.

Прокладка сетей освещения: входа в подъезд, коридоров и лестничных клеток осуществлено кабелем КВнг(А)-FRLS и ВВГ-нг-LS скрыто под слоем штукатурки по стенам помещений. Прокладка розеточных сетей квартир - кабелем ВВГнг-LS 3x2,5 кв.мм скрыто под слоем штукатурки, открыто в кабельном канале по диафрагмам и колоннам, в ПВХ трубах в слое подготовки пола и в пустотах строительных конструкций, сети освещения кабелем ВВГ-нг-LS 3x1,5 кв.мм, в ПВХ трубах в слое подготовки пола вышележащего этажа, стенам и пустотам строительных конструкций, скрыто под штукатуркой, в кабельном канале по колоннам и диафрагмам. Розеточная и осветительная сети выполнены отдельно. Группа для электроплиты выполнена кабелем ВВГ-нг-LS 3x2,5 кв.мм. Сети питания лифтов - кабелем ВВГнг-LS 5x10 кв.мм. в лифтовых шахтах.

При наличии сгораемых оснований стен и потолков электропроводка выполнена в стальных трубах.

Однофазные сети выполнены трехпроводными, трехфазные - пятипроводными с идентификацией проводов по цветам. В соответствии с п.2.1.31 ПУЭ обеспечена возможность легкого распознавания электропроводки по всей длине проводников: голубой - для нулевого рабочего проводника; желто-зеленого - для нулевого защитного проводника; черного, коричневого, красного, фиолетового, серого, розового, белого, оранжевого, бирюзового - для фазных проводников.

Последовательное включение в защитный проводник заземляющих контактов штепсельных розеток не допускается (Письмо Главгосэнергонадзора и АК "Электромонтаж" №42-6/39-ЭТ и №6-2/11 от 16.12.94 г.).

В качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током и повышения пожаробезопасности в распределительных щитах на розеточных группах, предназначенных для подключения переносных электроприборов, предусмотрена установка устройств защитного отключения (УЗО).

В проекте предусмотрена система TN-C-S с нулевым-рабочим и нулевым-защитным проводниками (N, PE), после шин ВРУ, работающих отдельно. Этажные щитки оборудованы шинами N и PE, при этом шина N изолирована от корпуса щита. Главная заземляющая шина (ГЗШ) установлена во ВРУ - шина PE. Нулевая жила питающего четырехжильного кабеля соединена с шиной PE. ГЗШ присоединена на повторный контур заземления.

Для мероприятий по уравниванию потенциалов с ГЗШ соединены вводы в здание трубопроводов инженерных коммуникаций, металлические части каркаса здания, заземляющее устройство системы молниезащиты, заземляющий проводник заземлителя повторного заземления на вводе в здание. ГЗШ обозначена на обоих концах продольными или поперечными полосами желто-зеленого цвета одной ширины.

Принципиальная схема квартир представлена на рисунке 8.1.

Схема электроснабжения 1,2,3-х комнатной квартиры.

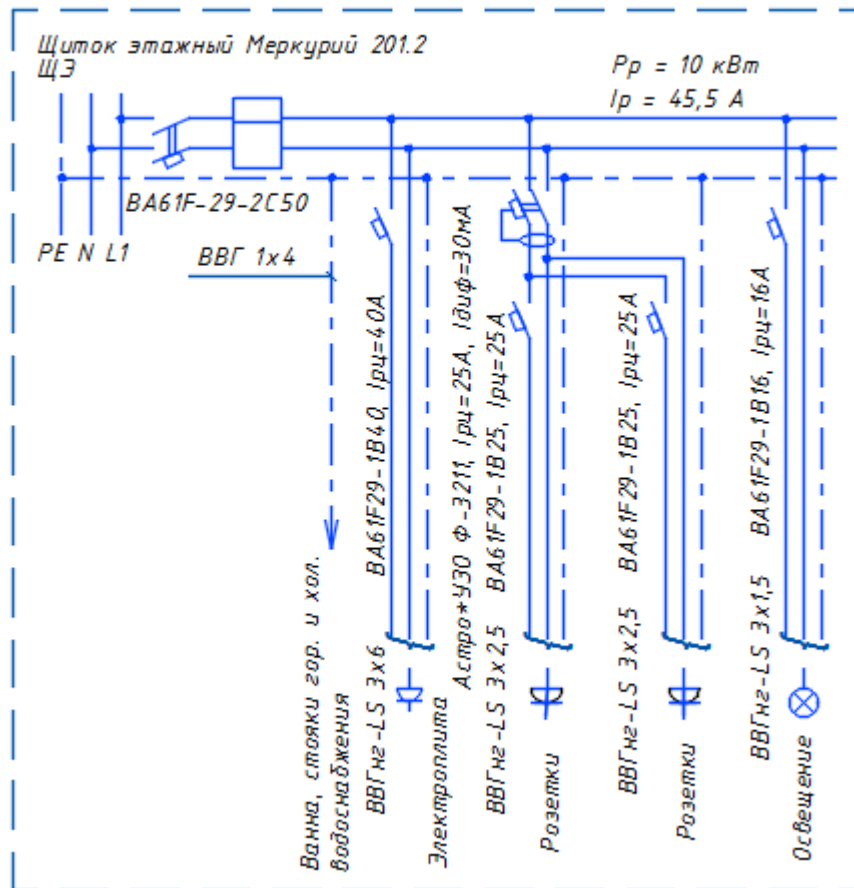


Рисунок 8.1- Принципиальная схема квартир.

8.2 Проектирование внутренних сетей электроснабжения продовольственных магазинов.

На вводе в блок-секцию №2 установлено вводно-распределительное устройство типа ВРУ1-19-99 (панель с АВР). ВРУ размещена в помещении электрощитовой в подвале здания. Учет электроэнергии осуществлен электронными счетчиками активной энергии через трансформаторы тока класса точности 0,5S.

На вводе в магазин установлен щит ЩУРН. Для подключения устройств I - категории, установлен отдельный щит ЩРН. Освещение помещений магазинов выполнено светильниками с люминисцентными лампами и компактными люминисцентными лампами. Предусмотрено аварийное освещение, светильниками с люминисцентными лампами, из числа светильников рабочего освещения, в ночное время использовано как дежурное освещение. Для подключения электроприборов предусмотрена установка однополюсных штепсельных розеток с заземляющим контактом.

Высота установки выключателей 1,5 м, высота установки розеток 1,3 м. от уровня чистого пола.

Распределительные сети магазинов выполнены кабелем марки ВВГнг-LS (негорючий с низким дымо-газовыделением), прокладываемым скрыто под подвесными потолками первого этажа, скрыто под слоем штукатурки, в пустотах гипсокартонных перегородок, открыто по стенам и потолкам подвала. Сети аварийного освещения, и противопожарных устройств выполнены кабелем КВнг(А)-FRLS.

Прокладка электропроводок рабочего и аварийного освещения выполнена в отдельных пучках, бороздах. В качестве ремонтного освещения предусмотрена установка ящика с понижающим трансформатором 220/36В марки ЯТП в электрощитовой и узле управления.

Предусмотрено отключение шкафа ЩУВ при срабатывании системы ПС, посредством установки на вводе в шкаф магнитного пускателя.

Управление освещением помещений магазинов местное, выключателями. Проводники дополнительной системы уравнивания потенциалов проложены в полу под стяжкой помещений магазина.

Однофазные сети выполнены трехпроводными, трехфазные - пятипроводными с идентификацией проводов по цветам. В соответствии с п.2.1.31 ПУЭ электропроводка обеспечена возможностью легкого распознавания по всей длине проводников: голубой - для нулевого рабочего проводника; желто-зеленого - для нулевого защитного проводника; черного, коричневого, красного, фиолетового, серого, розового, белого, оранжевого, бирюзового - для фазных проводников.

Последовательное включение в защитный проводник заземляющих контактов штепсельных розеток не допускается (Письмо Главгосэнергонадзора и АК "Электромонтаж" №42-6/39-ЭТ и №6-2/11 от 16.12.94 г.).

В качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током и повышения пожаробезопасности в распределительных щитах на розеточных группах, предназначенных для подключения переносных электроприборов, предусмотрена установка устройств защитного отключения (УЗО).

В проекте предусмотрена система TN-C-S с нулевым-рабочим и нулевым-защитным проводниками (N, PE), после шин ВРУ, работающих отдельно. Распределительные щитки оборудованы шинами N и PE, при этом шина N изолирована от корпуса щита. Главная заземляющая шина (ГЗШ) устанавливается во ВРУ - шина PE. Нулевая жила питающего четырехжильного кабеля соединена с шиной PE. Предусмотрено присоединение ГЗШ на повторный контур заземления.

9 Светотехнический расчет электрического освещения

Правильное выполнение осветительных установок способствует рациональному использованию электроэнергии, улучшению качества выпускаемой продукции, повышению производительности труда, уменьшению количества аварий и случаев травматизма, снижению утомляемости рабочих.

При проектировании осветительных установок большое значение имеет правильное определение требуемой освещенности объекта. Для этой цели разработаны нормы промышленного освещения. Освещение по своему назначению и использованию делится на рабочее, аварийное и эвакуационное.

Размещение светильников определяется следующими размерами:

h_c – расстояние светильника от перекрытия,

$h_{\Pi} = H - h_c$ – высота светильника над полом,

h_p – высота расчетной поверхности над полом,

$h = h_{\Pi} - h_p$ – расчетная высота,

L – расстояние между соседними светильниками или рядами ламп,

l – расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены.

Основное требование при выборе расположения светильников заключается в доступности при их обслуживании. Кроме того, размещение светильников определяется условием экономичности. Важное значение имеет отношение расстояния между светильниками или рядами светильников к расчетной высоте.

$$\lambda = L / h,$$

уменьшение его приводит к удорожанию осветительной установки и усложнению ее обслуживания, а чрезмерное увеличение приводит к резкой неравномерности освещения и к возрастанию расходов энергии.

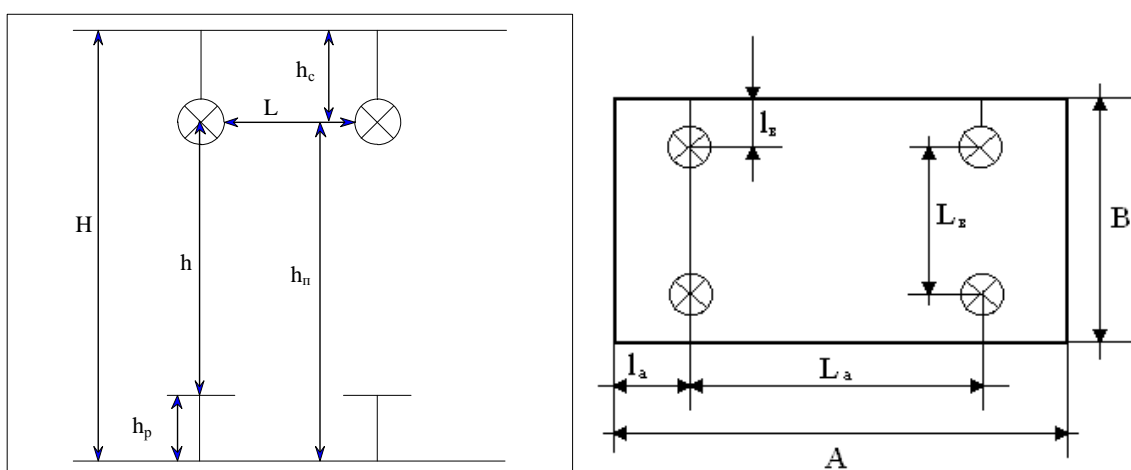


Рисунок 9.1 – Параметры для расчета освещения

В соответствии с СП 52.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 23-05-95*) для рабочего освещения применим светодиодные лампы (п. 7.2-7.3

указанного СП), для аварийного (эвакуационного) – светодиодные лампы (п. 7.112 указанного СП).

Проектом предусмотрено рабочее и аварийное (эвакуационное) освещение.

Рабочее освещение запроектировано настенными светильниками со светодиодными лампами. Управление рабочим освещением производится датчиками движения.

Светильники аварийного освещения выделяются из числа светильников рабочего освещения и помечаются специальным знаком.

По путям эвакуации установлены светильники эвакуационного освещения.

На данном этапе проектирования определяются тип источников света, наиболее рациональные места установки светильника, а так же высота их установки, способ крепления и способы управления освещением. Для освещения лестниц коридоров тамбуров использованы светильники марки ЛПО 46-1x36-702 и аварийный светильник ЛБА3924 1x20.

Система эвакуационного освещения предусматривается для безопасной эвакуации жильцов при пожаре в здании. Согласно СП 52.13330.2011 эвакуационное освещение должно быть предусмотрено в помещениях по маршруту эвакуации людей в зоне каждого изменения маршрута эвакуации. Для обеспечения подсветки путей эвакуации устанавливаем светильниками с указателями направления движения по одному на каждом этаже дома в каждом подъезде.

Произведём светотехнический расчёт одной из типовых квартир методом коэффициента светового потока жилых помещений.

Для освещения помещения будем применять спиралеобразные люминесцентные энергосберегающие лампы КЭЛ-FS 100 фирмы ИЕК представленной на рисунке 9.1



Рисунок 9.1-лампа КЭЛ-FS 100.

Таблица 9.1-технические характеристики КЭЛ-FS 100.

Мощность, Вт	100	80	40	20	13
Световой поток, лм	5100	4000	2000	1000	550
Тип цоколя	E 27	E 27	E 27	E 27	E 27

Цветовая температура, К	4000	4000	4000	4000	4000
Срок службы, ч	25000	25000	25000	25000	25000
Размеры лампы, мм	268x 105	245x 105	165x 105	135x 105	135x 05

Определяем количество ламп КЭЛ-FS 100, необходимое для помещения:

Для этого будем применять метод коэффициента использования светового потока по формуле [1]. Согласно данному методу количество ламп определяется по формуле [2].

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot n \cdot \eta}; \quad (9.1)$$

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

k – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – коэффициент минимальной освещенность (коэффициент неравномерности освещения);

N – число светильников;

n – число ламп в светильнике;

η – коэффициент использования светового потока в долях единицы.

Нормируемая освещенность определяется из таблицы 9.2 и составляет для данного помещения $E_{\min} = 150$ лк. Коэффициент запаса определяется из таблицы 3 и для данного помещения равен 1,5.

Коэффициент z , характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками и расчетной высоте, данный коэффициент принимаем равным 1,1.

Коэффициент использования светового потока η определяется по индексу помещения и принятым коэффициентам отражения поверхностей.

Определяем индекс помещения по формуле.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (9.2)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

H_p – расчетная высота, м.

Расчетная высота определяется по формуле:

$$H_p = H - h - h_{\text{подв}}, \quad (9.3)$$

где H – высота потолка, м;

h – расстояние от пола до рабочей поверхности, м;

$h_{\text{подв}}$ – высота подвеса светильника, м.

$$H_p = 2,7 - 0,8 - 0,2 = 1,7 \text{ м.}$$

Индекс для первого помещения составит:

$$i = \frac{3 \cdot 4,5}{1,7(3 + 4,5)} = 2,9$$

По индексу помещения и принятым коэффициентам отражения поверхностей помещения $\rho_{\text{пот}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, $\rho_{\text{п}} = 30\%$ по этим значения определяем коэффициент использования $\eta = 0,59$.

Тогда необходимое количество ламп КЭЛ-FS 100 необходимое для освещения комнаты 1 определяется по формуле:

$$N = \frac{150 \cdot 1,5 \cdot 13,5 \cdot 1,1}{5100 \cdot 5,9} = \frac{3341,25}{3009} = 1,11 \text{ шт}$$

С целью равномерного освещения в центре комнаты 1 буде установлена люстра 9031-Р E27 WH представленная.

Таблица 9.2 – Технические характеристики 9031-Р E27 WH.

Напряжение питания, В	220
Количество ламп, шт.	1
Тип лампы	E 27
Площадь освещения, м ²	19
Материал	метал/стекло

Определим расчетное значение светового потока при условии принятого количества ламп по формуле:

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot K_z \cdot S \cdot z}{N \cdot n}, \quad (9.4)$$

$$\Phi = \frac{150 \cdot 1,5 \cdot 13,5 \cdot 1,1}{1 \cdot 0,59} = 5663 \text{ лм}$$

Выбранная лампа по световому потоку не должна отличаться от расчетной по световому потоку более чем на минус 10 и плюс 20%.

Осуществим данную проверку по формуле:

$$- 0,1 \leq \frac{\Phi_p - \Phi_{ис}}{\Phi_{ис}} \leq 0,2 \quad (9.5)$$

$$- 0,1 \leq \frac{5663 - 5100}{5100} \leq 0,2$$

$$- 0,1 \leq 0,11 \leq 0,2.$$

Аналогичные расчёты производятся для остальных помещений, и результаты расчётов. Параметры светотехнического расчёта представлены в таблице 9.3

Таблица 9.3 - Параметры светотехнического расчёта

№	Название помещения	Размеры, м				Коэф. отражения			E _{min} , лк	η	K _з
		a	b	s	H _p	ρ _{пот}	ρ _{ст}	ρ _п			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Кухня	3	4.5	13.5	1.7	70	50	30	150	0.59	1.5
2	Ванна	2	2	4	2.7	50	50	10	50	0.28	1.5
3	Туалет	2	1	2	2.7	50	50	10	50	0.28	1.5
4	Прихожая	1.5	3	4.5	2.7	70	30	10	50	0.19	1.5
5	Комната	3	6	18	1.7	70	50	30	200	0.59	1.5
6	Комната	3	5	15	1.7	70	50	30	200	0.59	1.5

10 Конструктивное исполнение сетей.

Схема электроснабжения принята с учетом минимизации затрат на кабельно-проводниковую продукцию, а также с учетом минимизации потерь электроэнергии в электрических сетях. Электроснабжение осуществляется от проектируемой КТП с использованием ВРУ. В проекте используется система TN-C-S с разделением PEN проводника на PE и N при вводе в ВРУ зданий.

Категория надежности электроснабжения потребителей – I,II. Приборы пожарно-охранной сигнализации, система оповещения о пожаре, противопожарные устройства, лифтовые установки, аварийное (эвакуационное) освещение отнесены к I категории. Обеспечивается устройством АВР.

Электроснабжение осуществляется от проектируемой трансформаторной подстанции. Трансформаторная подстанция принята комплектного исполнения, в металлической оболочке с кабельным вводом.

Тип трансформаторных подстанций – КТП (до 630 кВА)

От ТП до ВРУ осуществляется по кабельным линиям, выполненным кабелем марки АВБШв.

Проектом предусмотрено строительство КЛ-10 кВ кабелем АСБл сеч. 3х50 согласно однолинейной принципиальной схемы.

Для городской питающей сети целесообразно применять систему электроснабжения напряжений 10/0,4 кВ. Которое характеризуется меньшими капиталовложениями и потерями в сетях по сравнению с системой 6/0,4 кВ.

Городские электрические сети напряжением 10 кВ выполняются трехфазными с изолированной нейтралью.

Для распределительной сети низкого напряжения основным напряжением является 380/220 В, сеть выполняется четырехпроводной с глухозаземленной нейтралью.

10.1 Расчет заземления и молниезащиты

Проектом предусмотрена молниезащита многоквартирного жилого дома с продовольственными магазинами по ул.Кирова,118 в г.Абакане. Согласно СО 153-34.21.122-2003 здание жилого дома подлежит молниезащите по III категории. В качестве молниеприемника сооружена молниеприемная сетка с шагом не более 10х10 м по поверхности кровли, при этом края сетки проложены по внешним границам парапета. Все металлические части, выступающие над поверхностью кровли и ТВ антенны соединяются токоотводами с металлической сеткой, которая в свою очередь соединена с арматурой здания посредством выпусков арматурных сердечников здания из колонн, электрическая непрерывность между всеми элементами которой обеспечена сваркой или имеет жесткую связь. Токоотводы выполнены сталью $\phi 10$ мм, соединены сваркой, или, в случае недопустимости огневых работ, при помощи болтового соединения с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном ежегодном контроле последнего перед началом грозового сезона.

В качестве заземляющих электродов использована соединенная между собой арматура железобетона. В подвале здания выпуски арматуры объединены стальной проволокой ϕ 10 мм.

Все соединения электродов заземлителей выполняются сваркой. Соединение молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями выполняются сваркой, а при недопустимости огневых работ болтовыми соединениями с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном контроле перед началом грозового сезона.

Заземлители молниезащиты совмещены с заземлителями электроустановок и средств связи. Общее сопротивление контуров не более 4 Ом.

Присоединяются заземляющие устройства молниезащиты к повторному заземляющему устройству ВРУ-0,4кВ здания полосой 40x5мм².

Все металлические выступающие над кровлей части (зонтики вентиляционных шахт, ограждение кровли ит.п.) присоединяются к молниеприемнику сталью 8мм.

Повторные заземлители и заземлители молниезащиты объединяются.

Защита стальных проводников молниезащиты и места сварки заземляющих устройств от коррозии выполняется:

- а) в помещении - окрашиванием кузбасслаком;
- б) в земле и вне помещений - битумным лаком.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной бакалаврской работы является электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118. Система электроснабжения проектировалась с учетом современных требований к систем, таким как надежность, экономичность, безопасность для человека и окружающей среды.

Приведена характеристика объекта проектирования, было выбрано питающее напряжение, рассчитаны электрические нагрузки дома и продовольственных магазинов, выбрано соответствующее оборудование, проектирование внутренних сетей электроснабжения дома и продовольственных магазинов, светотехнический расчет электрического освещения, конструктивное исполнение сетей.

Проект электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118, выполнен на основании архитектурно строительных чертежей.

Рабочие чертежи разработаны в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами и предусматривают мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность при эксплуатации здания.

Для многоэтажного дома разработаны системы заземления и молниезащиты.

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. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавец, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
4. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
5. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
6. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
7. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.
8. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.
9. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.
10. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.
11. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.
12. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.
13. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г. М. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976. – 380 с.
14. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т 2. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 602 с.
15. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.

16. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.
17. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.
18. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.
19. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.
20. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.
21. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
22. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
23. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.
24. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 214 с.
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.

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 25 наименований.

Электронный экземпляр сдан на кафедру.

« » _____
(дата)

(подпись)

Доможаков М.С
(ФИО)

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

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

«Электроэнергетика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедры
Г.Н. Чистяков
Подпись, инициалы, фамилия
«18» 06 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование специальности)

Электроснабжение жилого дома по адресу: г. Абакан ул. Кирова 118
(наименование темы)

Руководитель Е.В. Платонова 18.06.19 2019 г. доцент каф. ЭЭ, к.т.н
Подпись, дата должность, ученая степень

Е.В Платонова
инициалы , фамилия

Выпускник М.С. Додожаков 18.06 2019 г.
Подпись, дата

М.С Додожаков
инициалы , фамилия

Нормоконтролёр И.А. Кычакова 18.06.19 2019 г.
Подпись, дата

И.А Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2019