

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Электроснабжение жилого здания ООО «СТРОЙЭНЕРГОАЛЬЯНС»

Обучающийся

К. М. Филиппьев

(И. О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., доцент М. Н. Третьякова

(ученая степень, звание, И. О. Фамилия)

Аннотация

Выпускная квалификационная работа включает в себя 64 листа текста, 22 рисунка, 4 таблицы и графической части на 6 листах формата А1, списка используемой литературы из 25 наименований.

Актуальность работы заключается в необходимости разработки эффективной системы электроснабжения для жилого здания, с учетом всех современных нормативных требований, экономических и экологических факторов, а также в повышении уровня безопасности эксплуатации электрических сетей. Включение в проект инновационных решений, направленных на повышение энергоэффективности и надежности, становится важным аспектом, который определяет успешность реализации строительных объектов в условиях современных вызовов.

Целью данной работы является разработка проектной документации системы электроснабжения для жилого здания с учетом современных норм и требований. В процессе выполнения проекта будут рассмотрены выбор источников питания, распределение нагрузки, обеспечение безопасности и электробезопасности, а также вопросы, связанные с учетом внешних факторов, таких как погодные условия и характеристики сетей.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- определить мощность потребителей электроэнергии жилого дома;
- рассчитать электрические нагрузки жилого дома;
- рассчитать питающую линию;
- рассчитать ток КЗ;
- выбрать щитовое оборудование и автоматические выключатели;
- выбрать кабели.

Содержание

Введение.....	4
1 Общие сведения о жилом доме.....	6
2 Определение мощности потребителей электроэнергии жилого дома.....	11
3 Расчет электрических нагрузок жилого дома	26
4 Расчет питающей линии	33
5 Расчет тока КЗ	36
6 Выбор щитового оборудования и автоматических выключателей.....	40
7 Выбор кабелей	53
Заключение	60
Список используемой литературы и используемых источников.....	61

Введение

Электроснабжение является одной из важнейших составляющих инфраструктуры жилых зданий, обеспечивающих комфортное и безопасное проживание. Правильное проектирование и эксплуатация системы электроснабжения напрямую влияют на эффективность работы всех инженерных сетей, а также на безопасность и энергосбережение. Одной из ключевых задач проектирования электроснабжения является создание надежной и устойчивой системы, способной обеспечивать бесперебойную подачу электроэнергии в условиях растущих требований к энергоэффективности и экологичности.

В рамках данной работы рассматривается проектирование системы электроснабжения жилого здания, реализуемого ООО «СТРОЙЭНЕРГОАЛЪЯНС». ООО «СТРОЙЭНЕРГОАЛЪЯНС» является одним из ведущих застройщиков в сфере жилого строительства, и вопрос обеспечения качественного электроснабжения в их проектах стоит на первом месте. Эффективное решение задач электроснабжения является не только техническим вызовом, но и важной частью создания комфортной городской среды.

Кроме того, в последние годы в строительной отрасли наблюдается тенденция к увеличению требований к качеству и надежности электроснабжения, что связано с развитием бытовой техники, систем автоматизации, кондиционирования и других энергоемких устройств. Это требует использования более сложных и высокотехнологичных решений, способных обеспечить бесперебойную работу всего комплекса систем здания, а также сократить энергозатраты и минимизировать риски аварийных ситуаций.

В связи с этим актуальность работы заключается в необходимости разработки эффективной системы электроснабжения для жилого здания, с учетом всех современных нормативных требований, экономических и

экологических факторов, а также в повышении уровня безопасности эксплуатации электрических сетей. Включение в проект инновационных решений, направленных на повышение энергоэффективности и надежности, становится важным аспектом, который определяет успешность реализации строительных объектов в условиях современных вызовов.

Целью данной работы является разработка проектной документации системы электроснабжения для жилого здания с учетом современных норм и требований. В процессе выполнения проекта будут рассмотрены выбор источников питания, распределение нагрузки, обеспечение безопасности и электробезопасности, а также вопросы, связанные с учетом внешних факторов, таких как погодные условия и характеристики сетей.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- определить мощность потребителей электроэнергии жилого дома;
- рассчитать электрические нагрузки жилого дома;
- рассчитать питающую линию;
- рассчитать ток КЗ;
- выбрать щитовое оборудование и автоматические выключатели;
- выбрать кабели.

Реализация проектной документации по электроснабжению жилого здания на основе предложенных решений позволяет не только удовлетворить требования строительных норм и стандартов, но и значительно повысить эффективность эксплуатации электрических сетей. Разработка и внедрение системы электроснабжения, описанной в данной работе, могут быть использованы на реальных строительных объектах, что способствует улучшению качества и безопасности жилых комплексов.

Решения, предложенные в данной работе, направлены на обеспечение высокого уровня надежности, безопасности и экономичности системы электроснабжения, соответствующего современным стандартам и требованиям.

1 Общие сведения о жилом доме

В современном строительстве жилые здания играют ключевую роль в обеспечении комфортных условий для жизни и работы людей. Одним из наиболее распространённых типов жилья в городах являются многоквартирные дома, которые обеспечивают высокую плотность населения при оптимальном использовании земельных ресурсов. В данной работе рассматривается проектирование системы электроснабжения для трёхподъездного девятиэтажного жилого дома, который является типичным представителем многоквартирных зданий, возводимых в рамках современной жилой застройки. Все этажи рассматриваемого жилого дома являются жилыми, коммерческих помещений в данном доме нет.

«Типовой этаж жилого дома представлен на рисунке 1. Как видно из данного рисунка на каждом этаже жилого дома располагаются по 6 квартир. Принимается подключение по 3 квартиры от каждого этажного щитка и таким образом на каждом этаже располагается по два этажных щитка» [2].

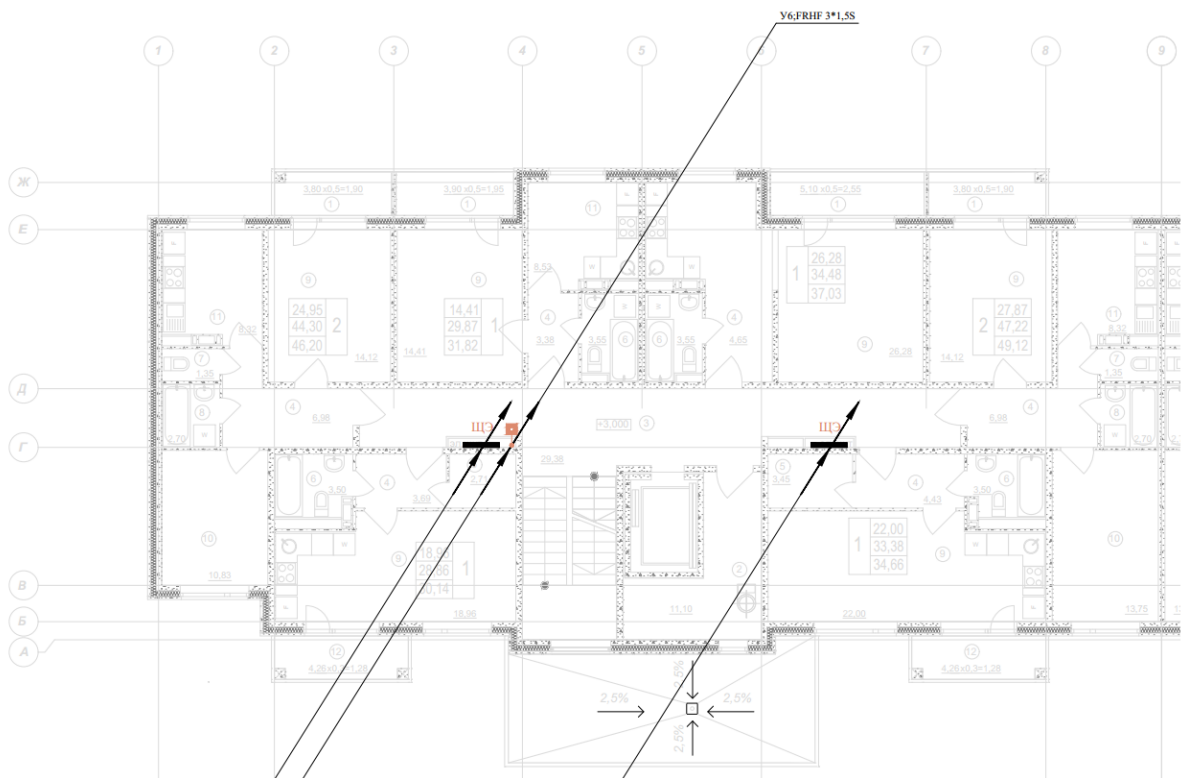


Рисунок 1 – Типовой этаж жилого дома

«На каждом этаже здания расположены квартиры, общие помещения, а также технические помещения, потребляющие электроэнергию для освещения, работы лифтов, вентиляции и других коммунальных нужд. Кроме того, проектирование должно учитывать возможные особенности энергопотребления в зависимости от количества жильцов и назначения отдельных помещений» [2].

Рассматриваемое многоэтажное жилое здание необходимо подключить от ТП 4985, «на которой установлены два силовых трансформатора ТМГ–1600/10/0,4. Технические характеристики трансформатора даны в таблице 1» [2].

Таблица 1 – Технические характеристики трансформатора ТМГ–1600/10/0,4

Характеристики	Величина
Номинальная мощность	1600 кВА
Напряжение ВН	10 кВ
Напряжение НН	0,4 кВ
Ток ХХ	2 %
Напряжение КЗ	6 %
Потери КЗ	12400 Вт
Потери ХХ	1650 Вт
Габариты	2150 мм х 1250 мм х 2100 мм
Масса	3000 кг

Электрическая схема ТП 4985 приведена на рисунке 2. Компонировка оборудования данной ТП приведена на рисунке 3.

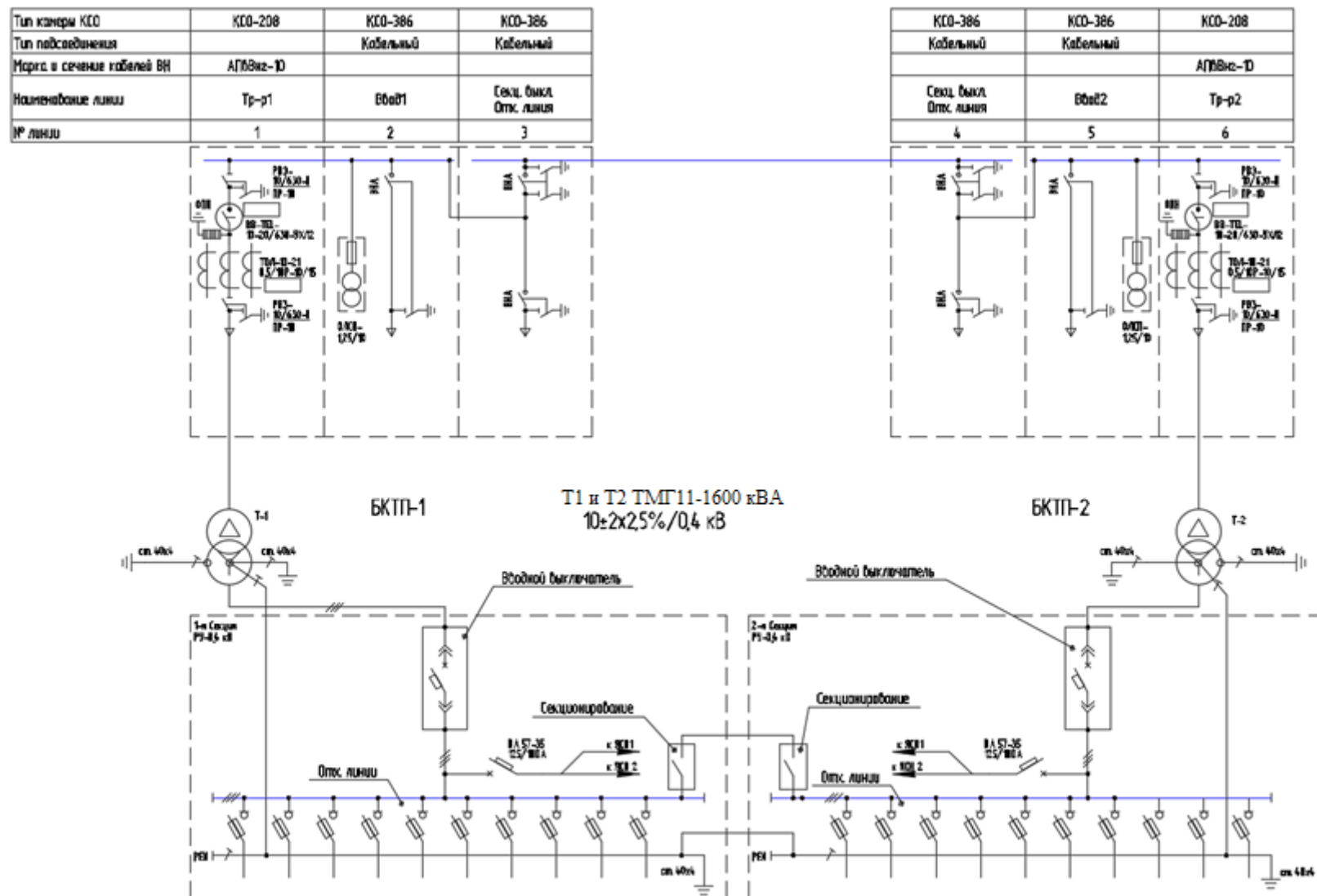
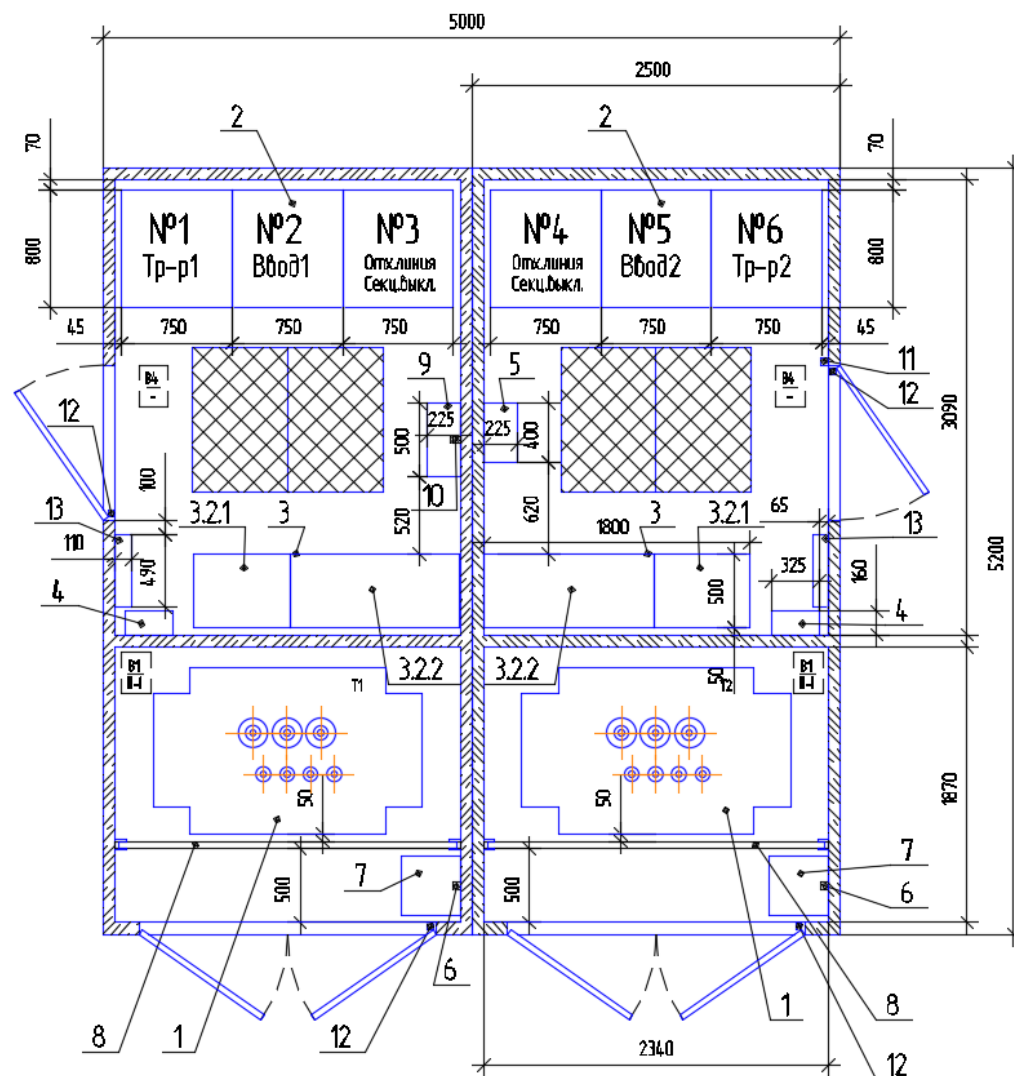


Рисунок 2 – Электрическая схема ТП 4985



Спецификация оборудования

Марка поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	ТМГ11	Трансформатор силовой 3-х фазный масляный, герметичный	2 шт.	Устанавливается на транспортном рельсе
2	КСО	Комплектные РУВН	6 шт.	
3	УВР	Устройство вводно-распределительное для БКТП	2 шт.	
3.11 3.12		Шкаф вводной	2 шт.	
3.2.1 3.2.2		Шкаф распределительный	2 шт.	
4	ЯСН	Ящик собственных нужд	2 шт.	
5	ЩЗС	Щит земляной сигнализации	1 шт.	при наличии трансформаторов типа ВДТМ
6		Термометр наружный воздушный	2 шт.	
7		Ящик с песком	2 шт.	
8		Барьер ограждения	2 шт.	
9	ЩОС	Щит охранной сигнализации	1 шт.	
10	РВП-220	Ребун	1 шт.	
11	ПКЕ-222/1	Пост кнопочный	1 шт.	
12	ВПК 2111	Выключатель пусковой	4 шт.	
13	Convector	Конвектор 1000 Вт	2 шт.	

Рисунок 3 – Компонировка оборудования 2БКТП–1600/10/0,4

Выводы по разделу 1.

В первом разделе рассмотрены общие сведения о трёхподъездном девятиэтажном жилом доме, который является типичным представителем многоквартирных жилых зданий. Основное внимание было уделено характеристикам здания, таким как количество этажей, подъездов, типы помещений и их функциональные особенности. Все эти факторы играют ключевую роль при проектировании системы электроснабжения, так как влияют на определение нагрузки, выбор оборудования и обеспечение необходимой надежности и безопасности электроснабжения.

Данный жилой дом, с его множеством квартир и технических помещений, предъявляет требования к комплексному подходу в проектировании, который должен учитывать как потребности жильцов, так и различные эксплуатационные параметры. Подробное понимание структуры здания является основой для дальнейшего анализа и разработки эффективных решений по электроснабжению, что обеспечит стабильную работу всех электрических систем и оборудования.

Таким образом, рассмотрение общих сведений о жилом доме является необходимым этапом в проектировании, поскольку предоставляет все исходные данные для правильного выбора технологических решений и расчётов, которые будут отражены в следующих разделах работы.

2 Определение мощности потребителей электроэнергии жилого дома

Одним из ключевых этапов проектирования системы электроснабжения жилого дома является определение мощности потребителей электроэнергии. Этот процесс требует точных расчётов и учёта множества факторов, таких как количество и тип помещений, особенности эксплуатации, а также возможные изменения в потреблении электроэнергии в зависимости от времени суток, сезона и количества жильцов. Правильное определение мощности потребителей позволяет обеспечить эффективное, безопасное и экономически целесообразное решение для снабжения жилого дома электроэнергией.

В данном разделе работы рассматривается методика расчёта мощности потребителей электроэнергии для трёхподъездного девятиэтажного жилого дома, с учётом всех особенностей эксплуатации и нормативных требований. Определение мощности позволит далее точно спроектировать электрические сети, выбрать оборудование и системы защиты, что обеспечит бесперебойную подачу электроэнергии на протяжении всего срока эксплуатации здания.

Потребителями электроэнергии жилых помещений являются потребители всех помещений квартир многоэтажного жилого здания и их электроосвещение. В среднестатистических квартирах жилых домов основное электрооборудование расположено на кухне. Конечно, бывают квартиры, в комнатах которых установлены электрические обогреватели, теплые полы, мощные кондиционеры, однако в рамках настоящей ВКР будет рассмотрено электроснабжение многоэтажного жилого здания, в котором нагрузки жилых помещений определяются не в «индивидуальном порядке, а согласно СП 256.1325800.2016. В данном документе удельные мощности квартир принимаются без учета установки в каждой комнате квартир указанных мощных дополнительных электроприемников. Таким образом, расчет мощности» [20] для квартир с любым количеством комнат одинаковый.

Освещение квартир может иметь очень различную мощность. Во—

первых, она зависит от применяемых источников света. Если освещение квартиры выполняется на лампах накаливания, то мощность такого освещения будет в несколько раз больше, чем в случае использования светодиодных ламп. Также различным может быть количество светильников в каждой комнате. Где-то может висеть одна лампочка, а где-то люстра с восемью лампами. Для проектируемого многоэтажного жилого здания установленная мощность группы освещения квартир принимается равной 1,0 кВт.

К следующей группе потребителей электроэнергии относятся устройства, которые используются в комнатах жилых помещений. К таким устройствам относим:

- телевизор, «мощностью 0,2 кВт;
- ресивер для спутникового телевидения, мощностью 0,1 кВт;
- компьютер, мощностью 1,0 кВт;
- утюг, мощностью 1,6 кВт;

Таким образом, установленная мощность потребителей комнат жилых помещений составляет 2,9 кВт.

Для кухни принимается к расчету следующее электрооборудование:

- чайник мощностью 2,2 кВт;
- микроволновка мощностью 1,0 кВт;
- холодильник мощностью 0,2 кВт;
- посудомоечная машинка мощностью 1,6 кВт.

Таким образом, установленная мощность электроприемников кухни составляет 5,0 кВт. Данные электроприемники» [5] приняты как основные в процессе готовки. К данной группе могут быть подключены любые другие электроприемники, но установленная мощность розеток на кухне составляет 5,0 кВт.

Самым мощным электроприемником жилых помещений жилого здания является электрическая плита, которую необходимо подключать на отдельную группу. Мощность электрической плиты для квартиры принимается 8,5 кВт.

К отдельной группе предусматривается подключение стиральной

машины. Данная группа также предусматривается для подключения других различных электроприемников ванной комнаты, например, электрической бритвы, фена и т.п., однако мощность данных электроприемников меньше мощности стиральной машины, поэтому за основной потребитель необходимо принимать именно стиральную машину мощностью 2,6 кВт.

Схема распределения нагрузки квартиры в щите представлена на рисунке 4.

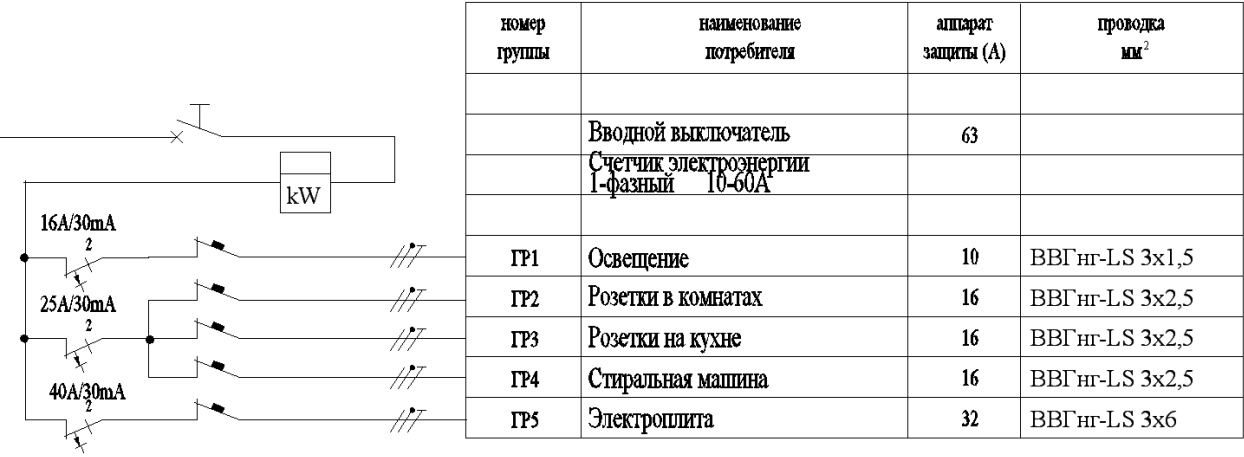


Рисунок 4 – Схема распределения нагрузки квартиры в щите

Схема сетей освещения квартиры приведена на рисунке 5. Схема розеточных сетей квартиры приведена на рисунке 6.

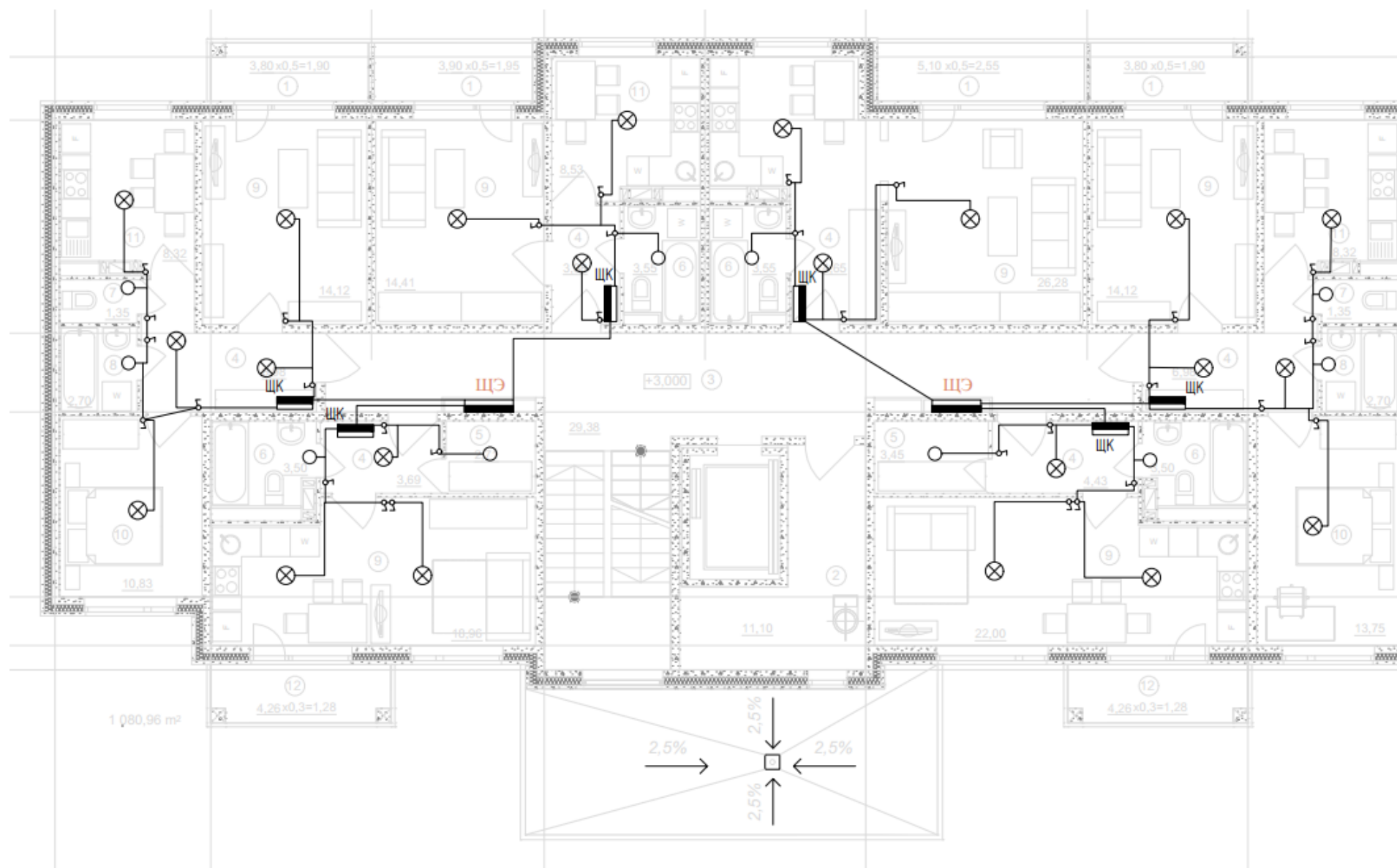


Рисунок 5 – Схема сетей освещения квартиры

Анализ электрооборудования мест общего пользования многоэтажного жилого здания.

При проектировании систем электроснабжения особое внимание уделяется надёжности электроприёмников (потребителей электроэнергии), что напрямую влияет на бесперебойную работу электрических установок и безопасность эксплуатации зданий. Для обеспечения требуемого уровня надёжности электроснабжения все электроприёмники классифицируются по категориям надёжности, в зависимости от важности и последствий их отключения. В России эта классификация регулируется нормативными документами, такими как ПУЭ (Правила устройства электроустановок) [17] и ГОСТ 50571-2009. Электрооборудование мест общего пользования многоэтажного жилого здания относится ко второй и первой категории. Ко второй категории относится [13]:

- «питание телевизионного усилителя, мощностью 0,05 кВт;
- блок питания домофона, мощностью 0,05 кВт;
- кабели электроподогрева ОПТНЕАТ25, суммарной мощностью 0,78 кВт;
- воронки с электроподогревом, мощностью 0,06 кВт» [13];
- три понижающих трансформатора ЯТП–250/220/36, мощность каждого из которых составляет 0,25 кВт, приведен на рисунке 7;



Рисунок 7 – Ящик с понижающим трансформатором ЯТП–250/220/36

«Понижающие трансформаторы ЯТП–250/220/36 предназначены для питания местного или ремонтного освещения, а также для подключения переносных светильников и инструмента. В рассматриваемом многоквартирном жилом здании ЯТП устанавливаются в электрощитовой, тепловом узле и комнате противопожарных устройств» [24].

«У ящиков ЯТП разборный металлический корпус, внутри которого установлены:

- однофазный понижающий трансформатор ОСО–0,25 мощность которого составляет 250 Вт;
- автоматические выключатели ВА47–29;
- розетка.

Технические характеристики понижающих трансформаторов ЯТП–250/220/36:

- вид установки: навесной;
- габаритные размеры (ВхШхГ): 127 мм х230 мм х 142 мм;
- количество вводов: 2 отверстия диаметром 14 мм;
- номинальная частота питающей сети: 50 Гц;
- номинальное напряжение изоляции: 600 В;
- максимальный ток короткого замыкания: 4,5 кА;
- климатическое исполнение согласно ГОСТ 15150–69: УХЛ4;
- степень защиты согласно ГОСТ 14254–80: IP30» [24];
- система заземления: TN–С, TN–S;
- масса: 6,0 кг.

Зачистные устройства мусоропроводов мощностью 2,1 кВт, представленные на рисунке 8.

Технические характеристики зачистного «устройства мусоропроводов:

- пылевлагозащищенное и взрывобезопасное исполнение электродвигателя привода (IP 54). Наличие стационарного аварийного механизма ручного перемещения узла прочистки с усилием на рукоятке 25 Н (2,5 кгс);

- грузоподъемность привода 250 кг;
- защита от КЗ и перегрузки электрического двигателя;
- система отключения всего электрического оборудования в нерабочее время и во время проведения ремонтных и профилактических работ;
- электрическое оборудование привода и заземление соответствуют ПБ 10–382 и ПУЭ. Работа привода возможна только во время непрерывного нажатия на кнопку пульта управления;
- конструкция привода соответствует требованиям 2.8.3–2.8.5 ПБ 10–382 и обеспечивает намотку на барабан стального каната, длина которого соответствует высоте многоэтажного жилого здания;
- канат, оцинкованный на всю длину, диаметром 2 мм;
- скорость перемещения прочистного узла 10–15 м/мин;
- электрический привод механизма перемещения очистного элемента устройства автоматически отключается в момент достижения верхнего положения и в случае превышения предельной нагрузки» [26].



Рисунок 8 – Зачистное устройство мусоропровода

Электроприёмники, относящиеся к первой категории, включают оборудование и системы, работа которых является критически важной для нормального функционирования объекта. Отключение таких потребителей

может привести к серьёзным последствиям, например, к авариям, разрушению оборудования, угрозе жизни и здоровью людей. К потребителям первой категории относятся:

- два пожарных насоса, мощностью 0,75 кВт, один рабочий и один резервный, приведен на рисунке 9;



Рисунок 9 – Пожарные насосы

- две пожарные задвижки, мощностью 0,2 кВт;
- насос погружной, мощностью 0,45 кВт;

Схема управления пожаротушением в многоэтажном жилом здании представлена на рисунке 10.

На рисунке 1.10 применены следующие обозначения:

HL2; HL4 – сигнальная лампа «задвижка открыта»;

HL1; HL3 – сигнальная лампа «задвижка закрыта»;

SB1 – Кнопка останова системы пожаротушения;

SB2 – Кнопка местного пуска системы пожаротушения;

SB3....SB29 – Кнопки дистанционного пуска системы пожаротушения;

KM1; KM2 – Пусковые контакторы пожарных задвижек;

P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8; P9 – Промежуточные реле;

KM3; KM4 – Пусковые контакторы пожарных насосов;

S1; S2 – Двухпозиционный выключатель (отключение тревоги);

HL5; HL6 – Вентили спринклерных трубопроводов закрыты;

СД – Сигнализатор давления на спринклерном трубопроводе;

ВДП – Вентиль с датчиком положения на спринклерном трубопроводе;

ЗС1; ЗС2; ЗС3 – Звуковая сигнализация (сирена);

СС1; СС2; СС3 – Световая сигнализация (светильник "Спринклер включён");

– потребители ИТП, расчетной мощностью 3,0 кВт. Для электроснабжения потребителей ИТП в данной работе выполняется установка шкафа ИТП. Подключение непосредственно самих потребителей ИТП выполняется в проекте индивидуального теплового пункта, и в ВКР не входит. Коэффициент мощности щита ИТП составляет $\cos\varphi = 0,65$. Расчетный ток 7,0 А.

– три лифта ЛП-0401Б, производства компании ОАО «Могилевлифтмаш», мощностью 5,5 кВт, коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,65$ [22]. Для управления лифтами применяются преобразователи частоты FC302, технические характеристики которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики преобразователей частоты FC302

Параметр	Величина параметра
Модель лифта	ЛП–0401Б, 400 кг, 1,0 м/с, 5,5 кВт
Мощность электродвигателя	5,5 кВт
Напряжение электродвигателя	380 В
Частота электродвигателя	50 Гц
Ток электродвигателя	12,9 А
Номинальная скорость электродвигателя	945 об/мин
Задержка запуска	0,3 с
Начальная скорость	5 об/мин
Пусковой ток	13 А
Ток торможения постоянным током	80 А
Время торможения постоянным током	0,4 с
Скорость включения торможения постоянным током	10 А
Функция торможения	Резистивное торможение
Тормозной резистор	80 Ом
Предельная мощность торможения	0,85 кВт
Ток отпущения тормоза	2 А
Скорость включения тормоза	5 об/мин

Потребители электроэнергии мест общего пользования многоквартирным домом, относящиеся к первой категории, подключаются через щит АВР.

Система освещения многоэтажного жилого здания.

Система освещения многоэтажного жилого здания состоит из рабочего освещения и аварийного освещения. Питание аварийного освещения выполняется от аварийного щита ЩА. «Освещение входов в подъезды, мусоросборной камеры, этажных лестничных площадок около щитов, помещений лифта предусматривается от сети аварийного освещения согласно п. 4.8 СП 256.1325800.2016, причём управление этим освещением при наступлении темноты должно осуществляться от сумеречного выключателя, который должен располагаться на внешней стене дома на высоте» [20] Н = 2,4 м. Схема управления данного освещения представлена на рисунке 11.

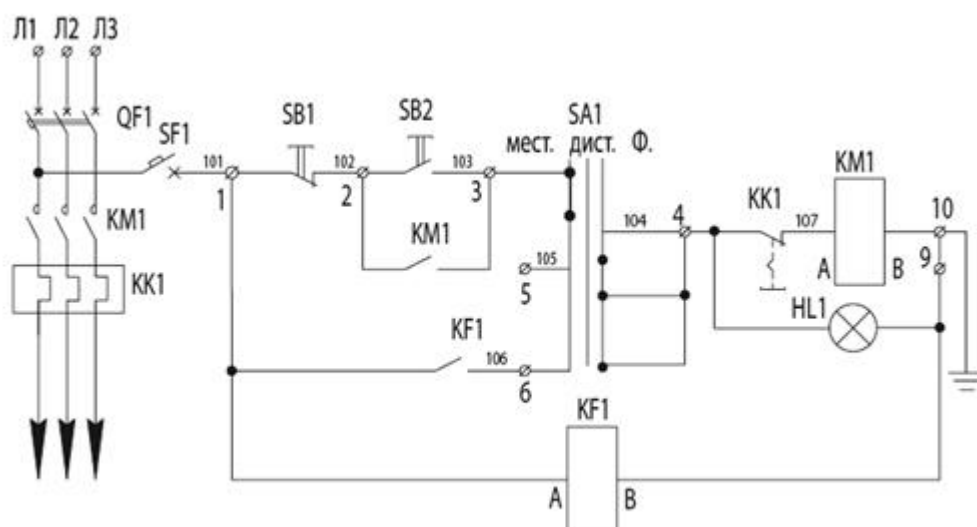


Рисунок 11 – Схема управления освещением от сумеречного выключателя [21]

На рисунке 1.11 применены следующие обозначения:

QF1 – трехполюсный автоматический выключатель;

SF1 – однополюсный автоматический выключатель;

SB1 – кнопка «СТОП»;

SB2 – кнопка «ПУСК»;

KK1 – реле тепловое;

KF1 – реле освещенности;

KM1 – контактор;

HL1 – арматура светосигнальная;

SA1 – переключатель.

«Кроме того, необходимо предусмотреть блокировку этого освещения и возможность ручного включения. Помимо аварийного освещения лестничных площадок, работающего ночью как дежурное освещение, запроектировано рабочее освещение от кнопок на этажных площадках. Это освещение управляется через импульсные реле, установленные в ГРЩ» [21]. Питание рабочего освещения выполняется от щита освещения ЩО, установленного в электрощитовой. Рабочее освещение выполняется для подвалов, этажных лестничных площадок, мусоропроводов.

«В качестве источников света для освещения лестничных клеток запроектированы светильники с компактнолюминесцентными и люминесцентными лампами НББ–64–100–019» [1], показанному на рисунке 12.



Рисунок 12 – Светильник НББ–64–100–019

Входы в подъезды и помещения подвала освещаются светильниками с лампами накаливания НПП02, показанному на рисунке 13.



Рисунок 13 – Светильник с лампами накаливания НПП02

Исключение составляют электрощитовая и тепловой узел, где используются светильники с люминесцентными лампами ЛСП02–2х36, показанному на рисунке 14 [1].



Рисунок 14 – Светильник с люминесцентными лампами ЛСП02–2х36

Выводы по разделу 2.

Во втором разделе ВКР работы рассмотрен процесс определения мощности потребителей электроэнергии для трёхподъездного девятиэтажного жилого дома, что является важным этапом в проектировании системы электроснабжения. Расчёт мощности позволяет точно оценить потребности в электроэнергии для различных типов помещений, включая жилые квартиры, общие помещения, лифты, системы освещения, отопления и вентиляции. Этот этап проектирования является основой для дальнейшего выбора оборудования, таких как трансформаторы, электрические щиты и кабельные линии, а также для разработки системы защиты от перегрузок и коротких замыканий.

Для каждого типа потребителей была учтена специфика их работы и влияние на общую нагрузку, что позволяет обеспечить эффективное и безопасное распределение электроэнергии по всему зданию. Определение мощности также позволяет избежать ошибок в проектировании, таких как избыточные или недостаточные мощности, которые могут привести к аварийным ситуациям или неоправданным расходам на оборудование.

Таким образом, точное определение мощности потребителей электроэнергии является важной частью комплексного подхода к проектированию электроснабжения жилых зданий. Оно не только гарантирует бесперебойное и эффективное функционирование всех систем, но и обеспечивает безопасность эксплуатации электросетей в будущем.

3 Расчет электрических нагрузок жилого дома

Освещение помещений жилого здания должна удовлетворять требованиям СП 256.1325800.2016 [19].

Аварийное освещение многоэтажного жилого здания включает в себя следующее освещение:

- освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры третьего подъезда – 0,24 кВт;
- освещение этажного коридора третьего подъезда – 0,36 кВт;
- освещение площадки мусоропровода в третьего подъезда и входа в подъезд – 0,4 кВт;
- освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры второго подъезда – 0,24 кВт;
- освещение этажного коридора второго подъезда – 0,36 кВт;
- освещение площадки мусоропровода второго подъезда и входа в подъезд – 0,4 кВт;
- освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры второго подъезда – 0,24 кВт;
- освещение этажного коридора второго подъезда – 0,36 кВт;
- освещение площадки мусоропровода второго подъезда и входа в подъезд – 0,4 кВт.

Таким образом, суммарная установленная мощность аварийного освещения составляет $P_{\text{уст.ЩА}} = 3,0$ кВт. Во всех светильниках аварийного освещения устанавливаются лампы накаливания, поэтому для каждой отдельной группы и для щита в целом $\cos\varphi = 1$.

Так как аварийное освещение в темное время суток работает все время, то коэффициент спроса аварийного освещения равен $K_c = 1$.

Расчетная мощность аварийного освещения определяется по формуле [3]:

$$P_{p.ЩА} = K_c \cdot P_{уст.ЩА}; \quad (1)$$

$$P_{p.ЩА} = 1 \cdot 3,0 = 3,0 \text{ кВт.}$$

При расчете щита ЩА необходимо учесть, что все потребители данного щита являются однофазными. После распределения по фазам потребителей получаются следующие мощности: фаза А – 1,0 кВт; фаза В – 1,0 кВт, фаза С – 1,0 кВт. Таким образом, расчетная мощность щита ЩА при распределении нагрузок по фазам составляет 1,0 кВт.

Рабочее освещение многоэтажного жилого здания включает в себя следующее освещение:

- освещение правой части подвала первого подъезда – 0,85 кВт;
- освещение левой части подвала первого подъезда – 0,84 кВт;
- освещение правой части подвала второго подъезда – 0,84 кВт;
- освещение левой части подвала второго подъезда – 0,84 кВт;
- освещение правой части подвала третьего подъезда – 0,84 кВт;
- освещение левой части подвала третьего подъезда – 0,84 кВт;
- освещение мусоропровода первого подъезда – 0,84 кВт;
- освещение коридоров первого подъезда с 1-ого по 5-ый этаж – 0,5 кВт;
- освещение коридоров первого подъезда с шестого по девятый этажи – 0,5 кВт;
- освещение мусоропровода второго подъезда – 0,84 кВт;
- освещение коридоров второго подъезда с 1-ого по 5-ый этаж – 0,5 кВт;
- освещение коридоров второго подъезда с шестого по девятый этажи – 0,5 кВт;
- освещение мусоропровода третьего подъезда – 0,84 кВт;
- освещение коридоров третьего подъезда с первого по пятый этажи – 0,5 кВт;
- освещение коридоров третьего подъезда с шестого по девятый этажи – 0,5 кВт.

Таким образом, суммарная установленная мощность рабочего освещения составляет $P_{\text{уст.раб.осв}} = 10,57$ кВт.

Так как возможны режимы работы, когда все рабочее освещение многоэтажного жилого здания будет включено в темное время суток, то коэффициент спроса рабочего освещения равен $K_c = 1$.

Также в данном разделе следует рассмотреть телевизионный усилитель, домофон и кабели электроподогрева, так как они подключаются от щита рабочего освещения. Суммарная установленная мощность данных потребителей составляет 0,88 кВт. У данных потребителей коэффициент спроса равен $K_c = 1$.

Расчетная мощность щита рабочего освещения определяется по формуле [4]:

$$P_{\text{р.ЩО}} = K_c \cdot (P_{\text{уст.раб.осв}} + P_{\text{уст.доп}}); \quad (2)$$
$$P_{\text{р.ЩО}} = 1 \cdot (10,57 + 0,88) = 11,45 \text{ кВт.}$$

При расчете щита ЩО необходимо учесть, что все потребители данного щита являются однофазными. После распределения по фазам потребителей получают следующие мощности: фаза А – 3,58 кВт; фаза В – 3,57 кВт, фаза С – 4,3 кВт. Таким образом, расчетная мощность щита ЩО при распределении нагрузок по фазам составляет 4,3 кВт.

Также к рабочему освещению необходимо отнести освещение лифтовых шахт, мощность которого составляет 1,5 кВт. Данное освещение подключается от щита ЩС1, поэтому будет учтено в дальнейших расчетах.

Расчет нагрузок жилых помещений многоэтажного жилого здания.

Расчетные нагрузки каждой группы определяются по формуле [5]:

$$P_p = P_{\text{уст}} \cdot K_o, \quad (3)$$

где $P_{\text{уст}}$ – установленная мощность потребителей каждой группы электроприемников, кВт;

K_o – коэффициент одновременности, для всех групп принимается

$$K_o = 0,5;$$

– для электроосвещения квартиры

$$P_{P.осв} = 1,0 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ кВт};$$

– для розеток в комнатах

$$P_{P.комн} = 2,9 \cdot 0,5 = 1,45 \text{ кВт};$$

– для розеток на кухне

$$P_{P.кух} = 5,0 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ кВт};$$

– для стиральной машины

$$P_{P.с.у.} = 2,6 \cdot 0,5 = 1,3 \text{ кВт};$$

– для электроплиты (учитывается, что одновременно работать могут не все конфорки, либо не включается духовой шкаф)

$$P_{P.э.пл.} = 8,5 \cdot 0,5 = 4,25 \text{ кВт}.$$

Расчетная мощность всей квартиры равна [6]:

$$P_{p.кв.} = \sum P_{P.i}, \quad (4)$$

$$P_{p.кв.} = 0,5 + 1,45 + 2,5 + 1,3 + 4,25 = 10,0 \text{ кВт}.$$

«Расчет нагрузок жилых помещений многоэтажного жилого здания.

Определение нагрузки жилых помещений необходимо выполнять для нескольких уровней системы электроснабжения многоэтажного жилого здания. Это необходимо в связи с тем, что коммутационно–защитная аппаратура и кабельные линии выбираются отдельно для стояка и для ввода в здание. От каждого стояка подключается по 3 квартиры на этаже. Всего многоэтажное жилое здание состоит» [20] из девяти этажей. Таким образом, от каждого стояка подключается 27 квартир. Тогда расчетная нагрузка на один стояк, определяется по формуле [20]:

$$P_{\text{ст.}} = P_{\text{кв.уд}} \cdot n_{\text{кв}}, \quad (5)$$

где $n_{\text{кв}}$ – количество квартир на один стояк, $n_{\text{кв}} = 27$ квартир;

$P_{\text{кв.уд}}$ – «удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий, для квартир» [20] с электрическими плитами, мощностью 8,5 кВт при 27 квартирах, подключенных от одного стояка $P_{\text{кв.уд}} = 2,15$ кВт/квартиру [20];

$$P_{\text{ст.}} = 2,15 \cdot 27 = 58,05 \text{ кВт.}$$

«Общая нагрузка квартир, учитываемая при расчете общей нагрузки многоэтажного жилого здания, определяется по формуле (5). При этом удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир принимается $P_{\text{кв.уд}} = 1,413$ кВт/квартиру» [20] при 162 квартирах в многоэтажном жилом здании:

$$P_{\text{кв.ж.д.}} = 1,413 \cdot 162 = 228,9 \text{ кВт.}$$

Расчет нагрузок мест общего пользования многоэтажного жилого здания.

Установленная мощность щита ЩППУ составляет 2,35 кВт. Однако один пожарный насос и одна пожарная задвижка находятся в резерве, таким образом, в расчете нагрузок они не учитываются. Так как при возникновении пожара все рабочее оборудование, подключаемое от данного щита, должно работать на полную мощность, то коэффициент спроса $K_c = 1$, тогда расчетная мощность данного щита составляет

$$P_{p.ЩППУ} = 1 \cdot (0,75 + 0,2 + 0,45) = 1,4 \text{ кВт.}$$

Установленная мощность щита ЩС1 составляет 4,41 кВт. Коэффициент использования электрооборудования щита ЩС1 $K_{и} = 0,7$. Расчетная мощность щита ЩС1 определяется по формуле [6]:

$$P_{p.ЩС1} = K_{и} \cdot P_{уст.ЩС1};$$
$$P_{p.ЩС1} = 0,7 \cdot 4,41 = 3,1 \text{ кВт.}$$
(6)

При расчете щита ЩС1 необходимо учесть, что все потребители данного щита являются однофазными. После распределения по фазам потребителей получают следующие мощности: фаза А – 2,1 кВт; фаза В – 1,5 кВт, фаза С – 0,81 кВт. Перекос фаз достаточно большой, однако по-другому распределить нагрузки не предоставляется возможным. Таким образом, расчетная мощность щита ЩС1 при распределении нагрузок по фазам составляет 2,1 кВт.

Так как согласно [20] удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничных клеток, подвалов, чердаков и т.д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щита противопожарных устройств, домофонов, телевизионного усилителя, учета тепла, зачистных устройств мусоропроводов и т.п.), то для определения суммарной нагрузки многоэтажного жилого здания необходимо определить только нагрузки от лифтов и от щита ЩАИТП.

Таким образом, расчетная нагрузка мест общего пользования

многоэтажного жилого здания составляет [7]:

$$P_c = n_{\text{л}} \cdot k_{\text{с.л.}} \cdot P_{\text{л}} + k_{\text{с.ЩАИТП.}} \cdot P_{\text{уст.ЩАИТП}}, \quad (7)$$

где $n_{\text{л}}$ – число лифтов в многоэтажном жилом здании, $n_{\text{л}} = 3$;

$k_{\text{с.л.}}$ – коэффициент спроса лифтов, $k_{\text{с.л.}} = 0,8$;

$k_{\text{с.н.}}$ – коэффициент спроса щита ЩАИТП, данный коэффициент определяется исходя из того, что от щита ЩАИТП подключены 3 насоса (насос отопления, ГВС и ХВС), $k_{\text{с.л.}} = 0,9$;

$P_{\text{л}}$ – номинальная мощность одного лифта, кВт;

$P_{\text{н}}$ – номинальная мощность щита ЩАИТП, кВт;

$$P_c = 3 \cdot 0,8 \cdot 5,5 + 0,9 \cdot 3 = 15,9 \text{ кВт.}$$

Расчетная нагрузка многоэтажного жилого здания определяется по формуле [20]:

$$P_{\text{р.ж.д.}} = P_{\text{кв.ж.д.}} + 0,9 \cdot P_c, \quad (8)$$

$$P_{\text{р.ж.д.}} = 228,9 + 0,9 \cdot 15,9 = 243,2 \text{ кВт.}$$

Расчетная мощность щита АВР определяется по формуле [8]:

$$P_{\text{р.АВР}} = n_{\text{л}} \cdot k_{\text{с.л.}} \cdot P_{\text{л}} + k_{\text{с.ЩАИТП.}} \cdot P_{\text{уст.ЩАИТП}} + P_{\text{р.ЩППУ}} + P_{\text{р.ЩА}}; \quad (9)$$

$$P_{\text{р.АВР}} = 3 \cdot 0,8 \cdot 5,5 + 0,9 \cdot 3 + 1,4 + 3,0 = 20,3 \text{ кВт.}$$

Выводы по разделу 3.

В третьем разделе работы выполнен расчёт электрических нагрузок для жилого дома, что является важным этапом проектирования системы электроснабжения.

4 Расчет питающей линии

В данном пункте также необходимо рассчитать аппарат защиты, устанавливаемый в трансформаторной подстанции для защиты кабельной линии от ТП до многоэтажного жилого здания.

«Автоматический выключатель на отходящей линии в ТП выбирается по следующим условиям» [9]:

– по номинальному напряжению

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.уст}}; \quad (10)$$

– по номинальному току теплового расцепителя

$$I_{\text{т.р}} \geq k_{\text{т.р}} \cdot I_{\text{р.мах}}; \quad (11)$$

где $k_{\text{т.р}}$ – коэффициент теплового расцепителя, о.е.

$$I_{\text{т.р}} \geq 1,15 \cdot 355,3 = 390,8 \text{ А.}$$

– по условию селективности от вводного коммутационного аппарата ВРУ многоэтажного жилого здания:

$$I_{\text{т.р}} \geq I_{\text{ПН2-400}}; \quad (12)$$

$$I_{\text{т.р}} \geq 400 \text{ А.}$$

– по номинальному току автоматического выключателя

$$I_{\text{ном.ав.}} \geq I_{\text{р}}; \quad (13)$$

где $I_{\text{р}}$ – расчетный ток линии, А.

$$I_{\text{ном.ав.}} \geq 355,3 \text{ А.}$$

Выбирается автоматический выключатель ВА51–39 с номинальным током $I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$. Ток теплового расцепителя данного выключателя принимается равным $I_{\text{т.р}} = 500 \text{ А}$.

«Сечение питающих кабельных линий следует определять по допустимому току кабеля в аварийном режиме работы и с учетом условия отстройки от тока расцепителя автоматического выключателя и проверять по потере напряжения.

Для линии с током в аварийном режиме равным $I_{\text{р.ж.д.}} = 355,3 \text{ А}$ с учетом того, что для защиты данной кабельной линии в ТП установлен автоматический выключатель ВА51–39 с током теплового расцепителя $I_{\text{т.р}} = 500 \text{ А}$ [24] выбирается двоярный кабель 2хАВБбШВнг 4х150 с длительно допустимым током $I_{\text{д.доп.}} = 566 \text{ А}$ » [15].

«Допустимый ток кабеля необходимо скорректировать согласно условиям его прокладки» [12]:

$$I'_{\text{доп}} = k_{\text{п}} \cdot k_{\text{т}} \cdot I_{\text{доп}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{п}}$ – «поправочный коэффициент на количество параллельно прокладываемых кабелей [17], в нашем случае $k_{\text{п}} = 0,9$ при 2 кабелях в траншее (вторые 2 кабеля прокладываются на расстоянии 500 мм от первой пары и следовательно данный коэффициент необходимо применять для двух кабелей, а не для четырех)» [17];

$k_{\text{т}}$ – «поправочный коэффициент на температуру окружающей среды, так как нет точных данных о температуре окружающей среды, то данный коэффициент принимаем равным 1,00» [17].

$$I'_{\text{доп}} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 566 = 509,4 \text{ А}.$$

«Потеря напряжения в кабельной линии внешнего электроснабжения многоэтажного жилого здания в послеаварийном режиме определяется по выражению» [14]:

$$\Delta U = \frac{P_P \cdot r_0 \cdot l + Q_P \cdot x_0 \cdot l}{U_{\text{ном}}^2} \cdot 100 \% \leq U_{\text{доп}} = 5\%, \quad (15)$$

где P_P – «расчетная активная мощность кабельной линии, кВт;

r_0 – удельное активное сопротивление КЛ, $r_0 = 0,083$ Ом/км;

x_0 – удельное индуктивное сопротивление КЛ, $x_0 = 0,04$ Ом/км;

l – длина КЛ, $l = 0,25$ км» [14];

Q_P – расчетная реактивная мощность кабельной линии, квар;

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (16)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos(\cos \varphi)) = \operatorname{tg}(\arccos(0,98)) = 0,203,$$

$$Q_P = 228,9 \cdot 0,203 = 46,5 \text{ квар};$$

«Для рассчитываемой кабельной линии внешнего электроснабжения многоэтажного жилого здания, выполненной кабелем 2хАВБбШВнг 4х150 потери напряжения составляют» [14]:

$$\Delta U = \frac{228,9 \cdot 10^3 \cdot 0,083 \cdot 0,25 + 46,5 \cdot 10^3 \cdot 0,04 \cdot 0,25}{400^2} \cdot 100 \% = 3,25\%.$$

«Так как потери напряжения в кабельной линии внешнего электроснабжения многоэтажного жилого здания меньше 5%, то данный кабель проходит проверку и удовлетворяет требованиям ГОСТ 32144-2013» [10].

Выводы по разделу 4.

В четвертом разделе ВКР работы проведён расчёт питающей линии для жилого дома, что является важным шагом в проектировании системы электроснабжения. Основной целью расчёта питающей линии является определение параметров кабельной линии, которая обеспечит подачу электроэнергии от трансформаторной подстанции до распределительного щита здания с учётом всех нагрузок и требований по безопасности.

5 Расчет тока КЗ

«Расчет токов короткого замыкания следует начинать с составления расчетной схемы электрической сети, представленной на рисунке 15. На расчетной схеме необходимо указать все параметры, которые влияют на значение тока короткого замыкания (средненоминальное значение ступени напряжения, технические характеристики электрического оборудования) и расчетные точки, в которых нужно рассчитать токи короткого замыкания. Ток короткого замыкания при проектировании системы электроснабжения многоэтажного жилого здания достаточно определять только в ВРУ» [11].

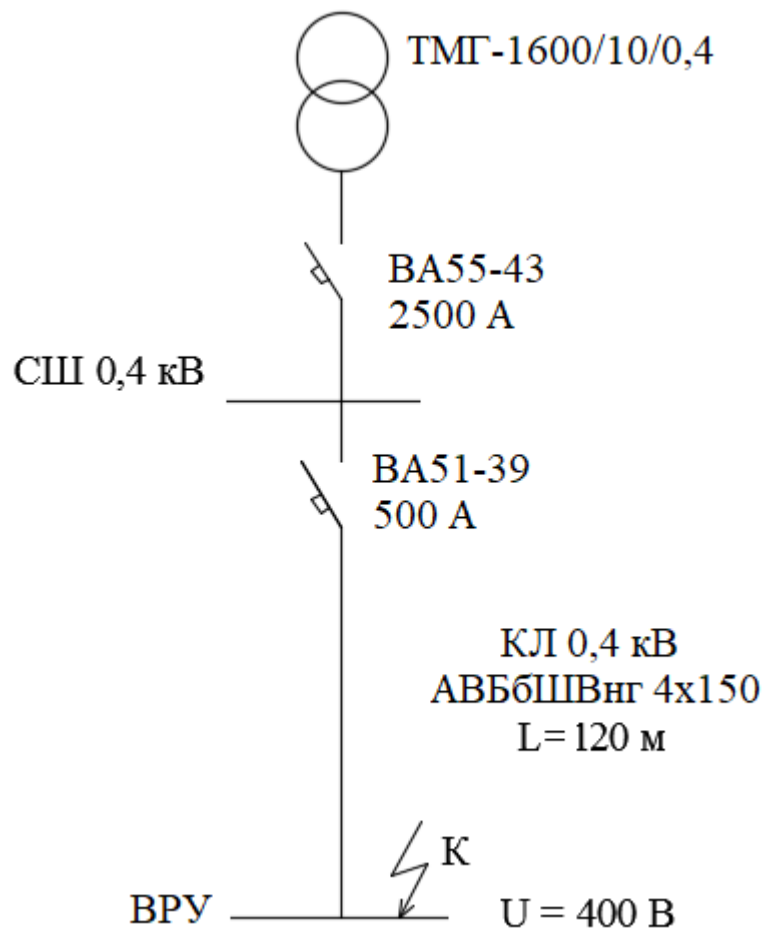


Рисунок 15 – Расчетная схема электрической сети

«На основании расчетной схемы необходимо составить электрическую схему замещения, представленную на рисунке 16. Схема замещения – это

схема, которая соответствует по своим параметрам расчетной схеме электрической сети, и все электромагнитные связи в которой заменены электрическими» [11].

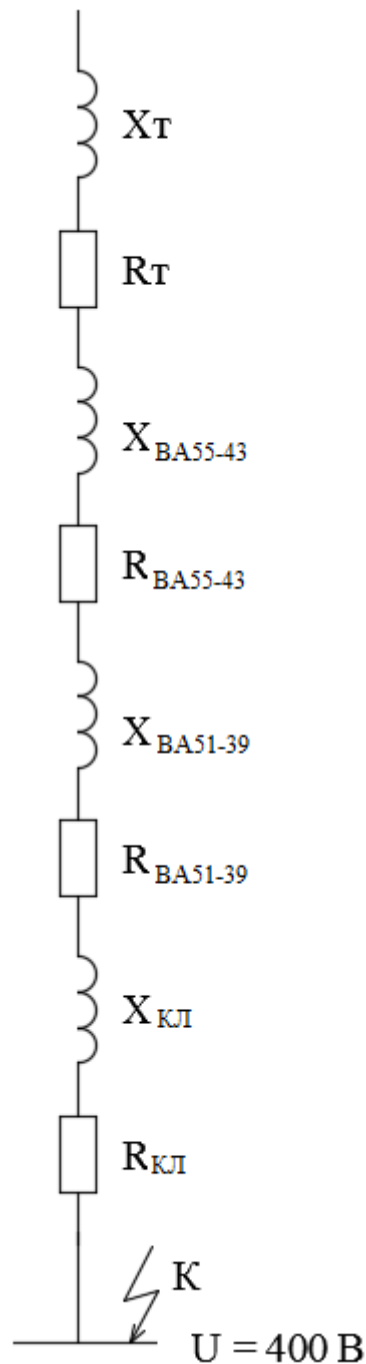


Рисунок 16 – Электрическая схема замещения электрической сети

«После составления электрической схемы замещения сети следует произвести расчет ее параметров. Согласно ГОСТ 28249–93 токи КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ рассчитываются в именованных

единицах. Необходимо определить сопротивления элементов схемы замещения.

Сопротивления трансформаторов ТМГ–1600/10/0,4 равны» [11]:

$$R_T = 1,1 \text{ мОм}; X_T = 5,4 \text{ мОм}.$$

«Сопротивления автоматического выключателя ВА55–43 2500 А составляют» [11]:

$$R_{\text{ВА55-43}} = 0,13 \text{ мОм}; X_{\text{ВА55-43}} = 0,07 \text{ мОм}.$$

«Сопротивления автоматического выключателя ВА57–31 80 А равны» [11]:

$$R_{\text{ВА51-39}} = 0,65 \text{ мОм}; X_{\text{ВА51-39}} = 0,17 \text{ мОм}.$$

«Сопротивления кабельной линии от ТП4985 до многоэтажного жилого здания определяется по формуле» [11]:

$$R_{\text{КЛ}} = r_0 \cdot l_{\text{КЛ}}; \quad (17)$$

$$X_{\text{КЛ}} = x_0 \cdot l_{\text{КЛ}}; \quad (18)$$

$$R_{\text{КЛ}} = 0,326 \cdot 0,12 = 0,03912 \text{ Ом} = 39,12 \text{ мОм};$$

$$X_{\text{КЛ}} = 0,0792 \cdot 0,12 = 0,00950 \text{ Ом} = 9,50 \text{ мОм}.$$

«Суммарное активное сопротивление сети до ВРУ многоэтажного жилого здания определяется по выражению» [11]:

$$R_{\Sigma} = R_T + R_{\text{ВА55-43}} + R_{\text{ВА51-39}} + R_{\text{КЛ}}; \quad (19)$$

$$R_{\Sigma} = 1,1 + 0,13 + 0,65 + 39,12 = 41,0 \text{ мОм}.$$

«Суммарное индуктивное сопротивление сети до ВРУ многоэтажного жилого здания определяется по выражению» [11]:

$$X_{\Sigma} = X_T + X_{BA55-43} + X_{BA51-39} + X_{KL}; \quad (20)$$
$$X_{\Sigma} = 5,4 + 0,07 + 0,17 + 9,50 = 15,14 \text{ мОм.}$$

«Ток трехфазного короткого замыкания в щите ВРУ многоэтажного жилого здания определяется по формуле» [11]:

$$I_K = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2}}; \quad (21)$$
$$I_K = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{41,0^2 + 15,14^2}} = 5,3 \text{ кА.}$$

Выводы по разделу 5

В пятом разделе ВКР проведён расчёт токов короткого замыкания для системы электроснабжения трёхподъездного девятиэтажного жилого дома, что является важным этапом проектирования, направленным на обеспечение безопасности эксплуатации электрической сети. Определение величины токов короткого замыкания необходимо для выбора правильных защитных устройств, таких как автоматические выключатели и предохранители, а также для проектирования надёжной системы защиты от аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при коротких замыканиях.

Правильный расчёт токов короткого замыкания помогает не только минимизировать риски повреждения оборудования, но и предотвратить возможные аварии, такие как возгорания или разрушение электрических кабелей. Важно, что расчёт позволяет оптимизировать выбор кабелей и защитных элементов, гарантируя их соответствие реальным условиям эксплуатации и требуемым стандартам безопасности.

6 Выбор щитового оборудования и автоматических выключателей

«Автоматические выключатели необходимо выбирать по номинальному напряжению, а также по номинальному току автоматического выключателя и теплового расцепителя» [16]:

$$U_{\text{ном.АВ}} \geq U_{\text{ном}}, \quad (22)$$

$$I_{\text{н.т.р.}} > k_{\text{т.р.}} \cdot I_P, \quad (23)$$

где $I_{\text{н.т.р.}}$ – номинальный ток теплового расцепителя

$k_{\text{т.р.}}$ – коэффициент теплового расцепителя, для одного потребителя

$k_{\text{т.р.}} = 1,25$, для группы потребителей $k_{\text{т.р.}} = 1,15$, для всего здания

$k_{\text{т.р.}} = 1,1$.

Расчетные токи в линиях трехфазных потребителей и щитов определяются по формуле [18]:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi}; \quad (24)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение электроустановок, $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Расчетный ток в группах определяется по формуле [18]:

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi}; \quad (25)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение электроустановок, $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$.

«Для защиты человека от поражения электрическим током при его прикосновении к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением, используется в качестве единственного средства защиты защитное отключение типа УЗО, на ток срабатывания не менее 30 мА и время

срабатывания до 100 мс» [18]. Номинальный ток устанавливаемого УЗО должен быть рассчитан на нагрузку данной группы и быть больше номинального тока теплового расцепителя автоматического выключателя данной группы.

В качестве примера рассматривается выбор автоматического выключателя, устанавливаемого в ГРЩ для защиты первого стояка первого подъезда [18]:

$$U_{\text{ном.АВ}} \geq U_{\text{ном}},$$
$$U_{\text{ном.АВ}} = 400 \text{ В} \geq U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}.$$

Расчетные токи первого стояка первого подъезда равен

$$I_p = \frac{58,05}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 90,1 \text{ А};$$

номинальный ток теплового расцепителя определяется из неравенства (23)

$$I_{\text{н.т.р.}} > 1,15 \cdot 90,1 = 103,6 \text{ А},$$

«принимается к установке автоматический выключатель ВА47–125 хар. С с током расцепителя $I_{\text{н.т.р.}} = 125 \text{ А}$, производства компании «TDM», номинальный ток данного выключателя составляет $I_{\text{ном}} = 125 \text{ А}$ » [25].

«Аналогично выполняется выбор остальных автоматических выключателей в системе электроснабжения многоэтажного жилого здания. Результаты расчета сведены в таблицу 3.

Для некоторых групп необходима установка магнитных пускателей. Магнитный пускатель — это электрическое устройство, предназначенное для включения и отключения асинхронных двигателей (или других потребителей электроэнергии), а также для защиты этих двигателей от перегрузок и

коротких замыканий» [24]. Магнитный пускатель представляет собой комбинацию нескольких компонентов, таких как контакты, катушка, а также устройства для защиты, например, термическое реле, и используется в промышленных и бытовых электроустановках для автоматического управления электроприводами. Магнитные пускатели необходимо выбирать по номинальному напряжению, а также по номинальному току:

$$U_{\text{ном.МП}} \geq U_{\text{ном}}, \quad (26)$$

$$I_{\text{н.МП}} > I_{\text{р}}. \quad (27)$$

Так, например, для пожарного насоса рабочего ПН1 с номинальным напряжением 380 В, номинальным током 1,4 А выбирается магнитный пускатель ПМ12–010220 со следующими параметрами:

$$U_{\text{ном.МП}} = 380 \text{ В}; I_{\text{н.МП}} = 10 \text{ А}.$$

$$U_{\text{ном.МП}} = 380 \geq U_{\text{ном}} = 380 \text{ В} - \text{верно};$$

$$I_{\text{н.МП}} = 10 \text{ А} > I_{\text{р}} = 1,4 \text{ А} - \text{верно};$$

а значит, магнитный пускатель выбран верно.

Аналогично выполняется выбор остальных магнитных пускателей в системе электроснабжения многоэтажного жилого здания. Результаты расчета сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Выбор автоматических выключателей многоэтажного жилого здания

Защищаемый объект	Параметр сети				к _{т.р.}	Параметры автоматического выключателя			Дополнительное устройство на группе (УЗО либо пускатель)	
	P _p , кВт	cosφ	S _p , кВА	I _p , А		Марка	I _{ном.АВ} , А	I _{т.р.} , А	Марка	I, А
Квартира	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ввод	10	0,98	10,22	46,45	1,15	ВА47–29 хар. С	63	63	–	–
Освещение	0,5	1	0,50	2,27	1,25	ВА47–29 хар. В	63	10	АД12 30 мА	16
Розетки в комнатах	1,45	0,96	1,51	6,87	1,25	ВА47–29 хар. В	63	16	АД12 30 мА	25
Розетки на кухне	2,5	0,96	2,60	11,84	1,25	ВА47–29 хар. В	63	16		
Стиральная машина	1,3	0,96	1,35	6,16	1,25	ВА47–29 хар. В	63	16		
Электроплита	4,25	1	4,25	19,32	1,25	ВА47–29 хар. В	63	32	АД12 30 мА	40
ЩППУ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ввод	1,4	0,8	1,75	2,7	1,15	ВА47–29 хар. С	63	10	–	–
Пожарный насос рабочий ПН1	0,75	0,8	0,94	1,4	1,25	ВА47–29 хар. С	63	6	ПМ12–010220	10
Пожарный насос резервный ПН2	0,75	0,8	0,94	1,4	1,25	ВА47–29 хар. С	63	6	ПМ12–010220	10
Пожарная задвижка АЗП1	0,2	0,8	0,25	0,4	1,25	ВА47–29 хар. С	63	6	ПМ12–010220	10
Пожарная задвижка АЗП2	0,2	0,8	0,25	0,4	1,25	ВА47–29 хар. С	63	6	ПМ12–010220	10
Насос погружной НП1	0,45	0,8	0,56	0,9	1,25	ВА47–29 хар. С	63	6	–	–
Цепи управления	–	–	–	–	–	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
ЩС1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ввод	2,1	0,9	2,33	3,5	1,15	ВА47–29 хар. С	63	25	–	–
Воронки с электроподогревом	0,06	1	0,06	0,3	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	АД12 30 мА	10
ЯТП–250/220/36	0,25	1	0,25	1,1	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
ЯТП–250/220/36	0,25	1	0,25	1,1	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
ЯТП–250/220/36	0,25	1	0,25	1,1	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
Зачистные устройства мусоропроводов	2,1	0,9	2,33	10,6	1,25	ВА47–29 хар. В	63	16	–	–
Освещение лифтовых шахт	1,5	1	1,50	6,8	1,25	ВА47–29 хар. В	63	10	–	–
ЩА	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 3

Защищаемый объект	Параметр сети				k _{т.р.}	Параметры автоматического выключателя			Дополнительное устройство на группе (УЗО либо пускатель)	
	P _p , кВт	cosφ	S _p , кВА	I _p , А		Марка	I _{ном.АВ} , А	I _{т.р.} , А	Марка	I, А
Ввод	1	1	1,00	1,5	1,15	ВА47–29 хар. С	63	10	–	–
Освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры третьего подъезда	0,24	1	0,24	1,1	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
Освещение этажного коридора третьего подъезда	0,36	1	0,36	1,6	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	ПМ12–010220	10
Освещение площадки мусоропровода в третьего подъезда и входа в подъезд	0,4	1	0,40	1,8	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	ПМ12–010220	10
Освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры второго подъезда	0,24	1	0,24	1,1	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
Освещение этажного коридора второго подъезда	0,36	1	0,36	1,6	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	ПМ12–010220	10
Освещение площадки мусоропровода в второго подъезда и входа в подъезд	0,4	1	0,40	1,8	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	ПМ12–010220	10
Освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры первого подъезда	0,24	1	0,24	1,1	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
Освещение этажного коридора первого подъезда	0,36	1	0,36	1,6	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	ПМ12–010220	10
Освещение площадки мусоропровода в первого подъезда и входа в подъезд	0,4	1	0,40	1,8	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	ПМ12–010220	10
К сумеречному выключателю	–	–	–	–	–	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
ЩО	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ввод	4,3	0,98	4,4	6,7	1,15	ВА47–29 хар. В	63	20	–	–
Освещение правой части подвала первого подъезда	0,85	1	0,85	3,9	1,25	ВА47–29 хар. В	63	10	–	–

Продолжение таблицы 3

Защищаемый объект	Параметр сети				k _{т.р.}	Параметры автоматического выключателя			Дополнительное устройство на группе (УЗО либо пускатель)	
	P _р , кВт	cosφ	S _р , кВА	I _р , А		Марка	I _{ном.ав} , А	I _{т.р.} , А	Марка	I, А
Освещение левой части подвала первого подъезда	0,84	1	0,84	3,8	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение правой части подвала второго подъезда	0,84	1	0,84	3,8	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение левой части подвала второго подъезда	0,84	1	0,84	3,8	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение правой части подвала третьего подъезда	0,84	1	0,84	3,8	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение левой части подвала третьего подъезда	0,84	1	0,84	3,8	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение мусоропровода первого подъезда	0,84	0,95	0,88	4,0	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение коридоров первого подъезда с первого по пятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение коридоров первого подъезда с шестого по девятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение мусоропровода второго подъезда	0,84	0,95	0,88	4,0	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение коридоров второго подъезда с первого по пятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение коридоров второго подъезда с шестого по девятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение мусоропровода третьего подъезда	0,84	0,95	0,88	4,0	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–
Освещение коридоров третьего подъезда с первого по пятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	1,25	BA47–29 хар. В	63	10	–	–

Продолжение таблицы 3

Защищаемый объект	Параметр сети				к _{т.р.}	Параметры автоматического выключателя			Дополнительное устройство на группе (УЗО либо пускатель)	
	P _p , кВт	cosφ	S _p , кВА	I _p , А		Марка	I _{ном.ав} , А	I _{т.р.} , А	Марка	I, А
Освещение коридоров третьего подъезда с шестого по девятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	1,25	ВА47–29 хар. В	63	10	–	–
Телевизионный усилитель	0,05	1	0,05	0,2	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
Блок питания домофона	0,05	1	0,05	0,2	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	–	–
Кабели электроподогрева	0,78	1	0,78	3,5	1,25	ВА47–29 хар. В	63	6	АД12 30 мА	16
АВР	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ввод 1	20,3	0,69	29,2	44,4	1,15	ВА47–29 хар. С	63	63	–	–
Ввод 2	20,3	0,69	29,2	44,4	1,15	ВА47–29 хар. С	63	63	–	–
Щит ЩА	3	1	3,00	4,6	1,15	ВА47–29 хар. С	63	16	–	–
Щит ЩАИТП	3	0,65	4,62	7,0	1,15	ВА47–29 хар. С	63	16	–	–
Щит ЩППУ	1,4	0,8	1,75	2,7	1,15	ВА47–29 хар. С	63	16	–	–
Лифт 1–го подъезда	5,5	0,65	8,46	12,9	1,25	ВА47–29 хар. С	63	25	–	–
Лифт 2–го подъезда	5,5	0,65	8,46	12,9	1,25	ВА47–29 хар. С	63	25	–	–
Лифт 3–го подъезда	5,5	0,65	8,46	12,9	1,25	ВА47–29 хар. С	63	25	–	–
ГРЩ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ввод 1	228,9	0,98	233,57	355,3	1,1	ПН–2–400	400	400	–	–
Ввод 2	228,9	0,98	233,57	355,3	1,1	ПН–2–400	400	400	–	–
Первый стояк первого подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	1,15	ВА47–125 хар. С	125	125	–	–
Второй стояк первого подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	1,15	ВА47–125 хар. С	125	125	–	–
Первый стояк второго подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	1,15	ВА47–125 хар. С	125	125	–	–
Второй стояк второго подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	1,15	ВА47–125 хар. С	125	125	–	–
Первый стояк третьего подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	1,15	ВА47–125 хар. С	125	125	–	–
Второй стояк третьего подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	1,15	ВА47–125 хар. С	125	125	–	–
ЩС1	2,1	0,9	2,33	3,5	1,15	ВА47–29 хар. С	63	32	–	–

Продолжение таблицы 3

Защищаемый объект	Параметр сети				$k_{т.р.}$	Параметры автоматического выключателя			Дополнительное устройство на группе (УЗО либо пускатель)	
	P_p , кВт	$\cos\varphi$	S_p , кВА	I_p , А		Марка	$I_{ном. АВ}$, А	$I_{т.р.}$, А	Марка	I, А
УСПД2064М	0,05	1	0,05	0,2	1,25	ВА47–29 хар. С	63	6	–	–
ЩО	4,3	0,98	4,4	6,7	1,15	ВА47–29 хар. С	63	25	–	–

Схема щита ЩС1 представлена на рисунке 17.

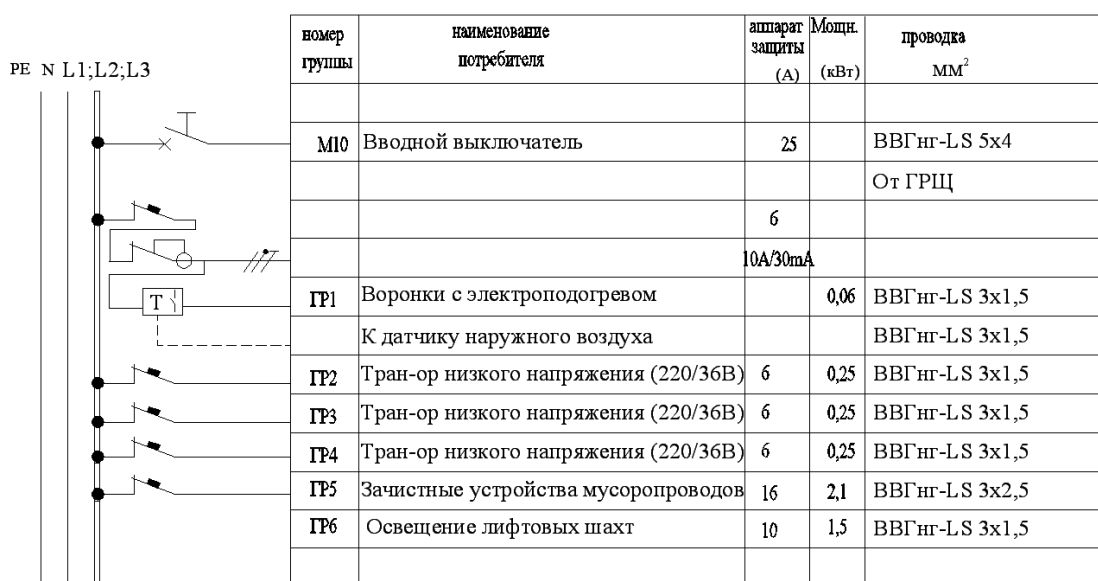


Рисунок 17 – Схема щита ЩС1

Схема щита ЩА представлена на рисунке 18.

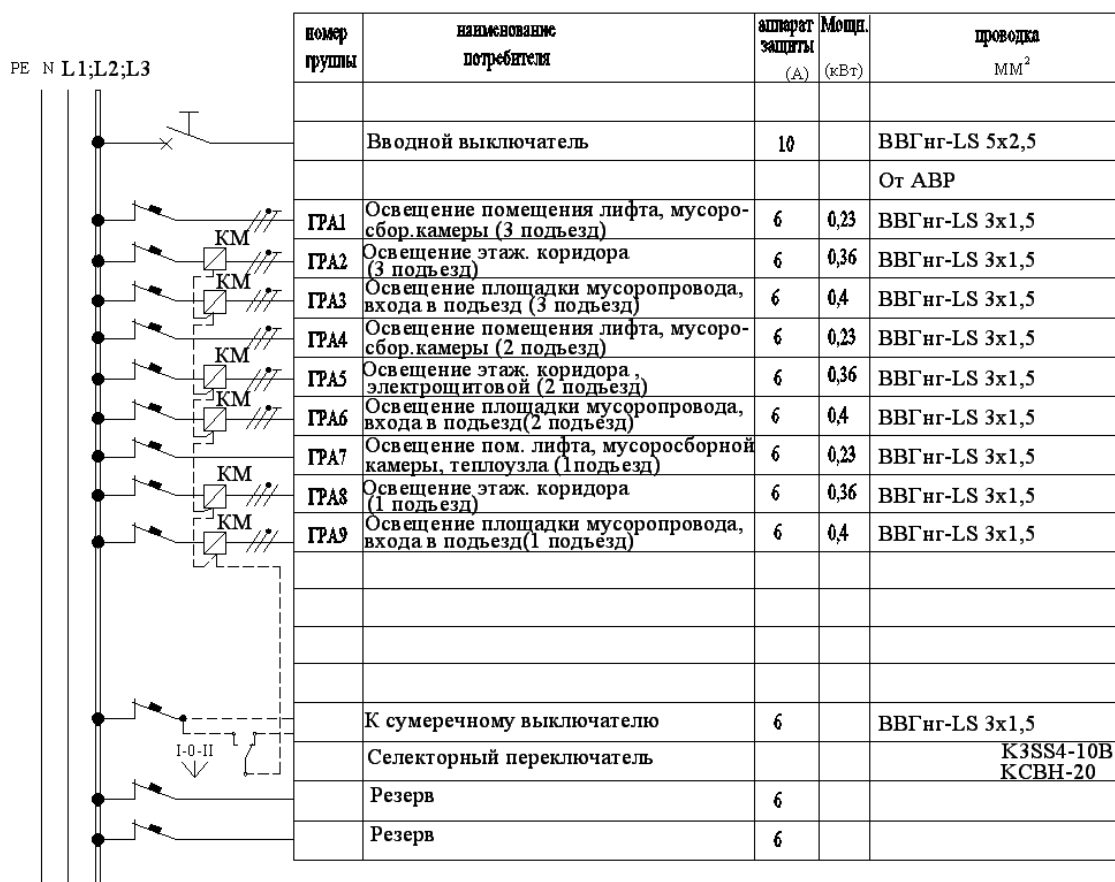


Рисунок 18 – Схема щита ЩА

Схема щита ЩППУ представлена на рисунке 19.

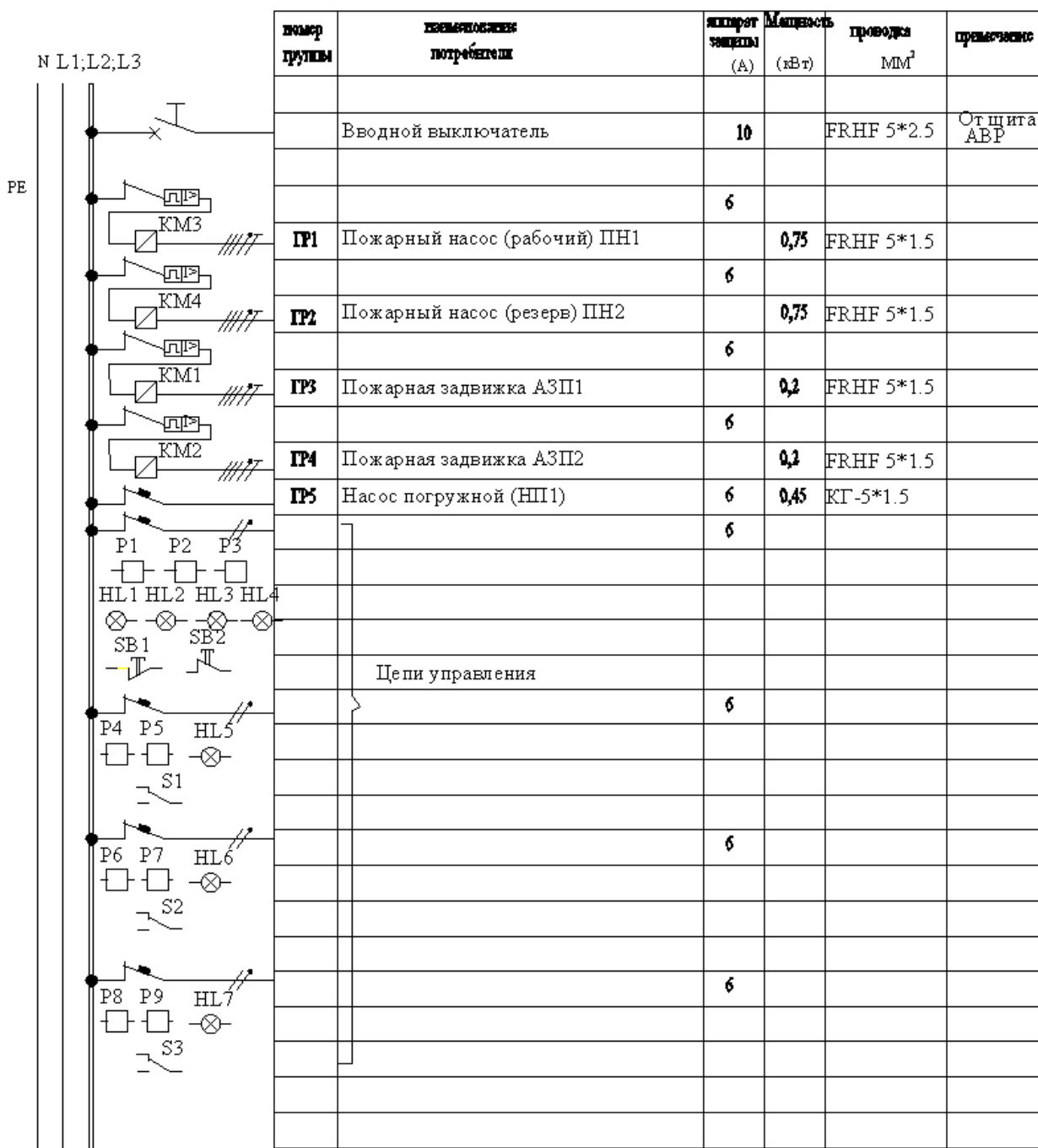


Рисунок 19 – Схема щита ЩППУ

Схема этажного щита и схема АВР многоэтажного жилого здания представлены на рисунках 20 и 21.

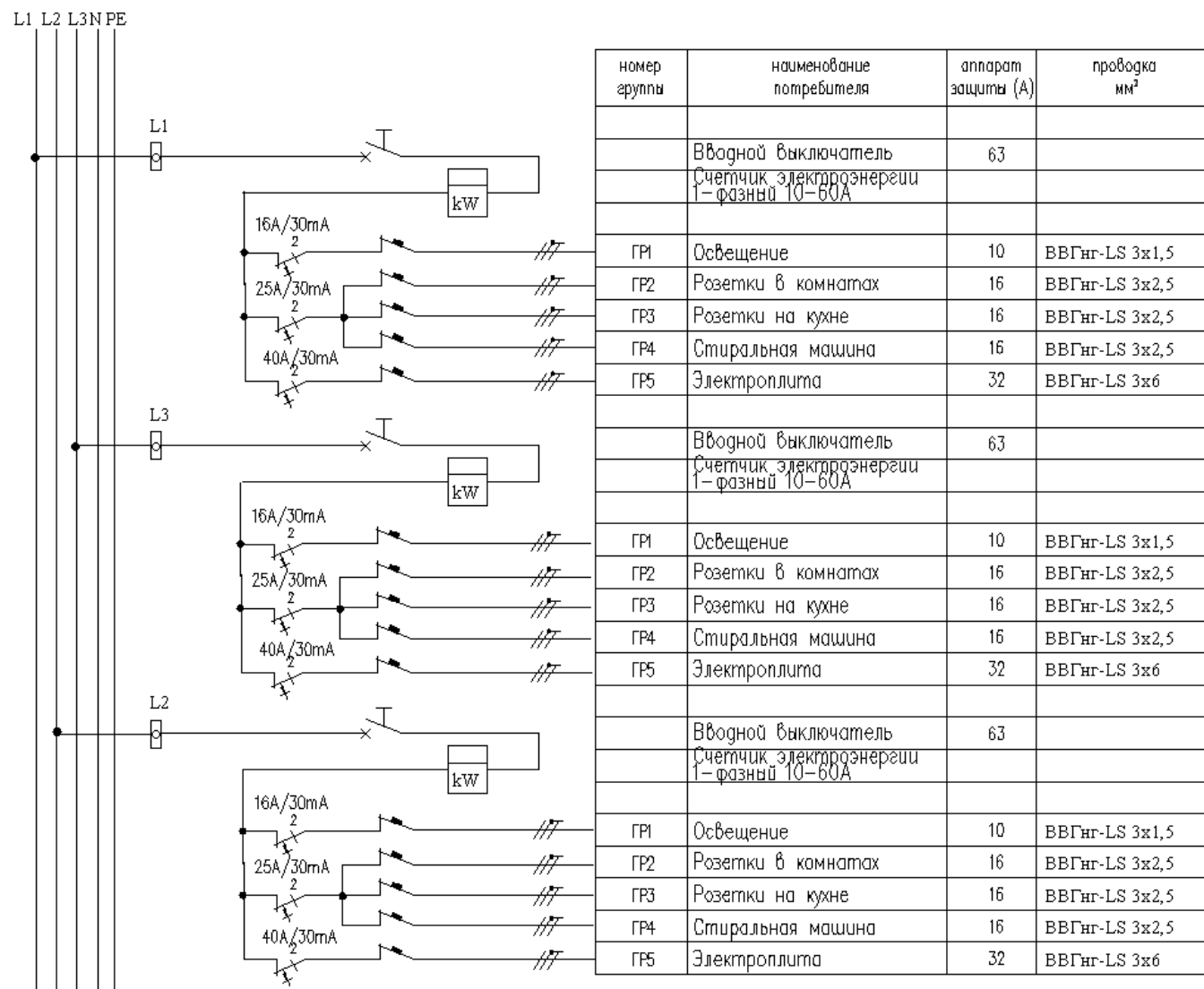


Рисунок 20 – Схема этажного щита

Схема щита ЩО представлена на рисунке 22.

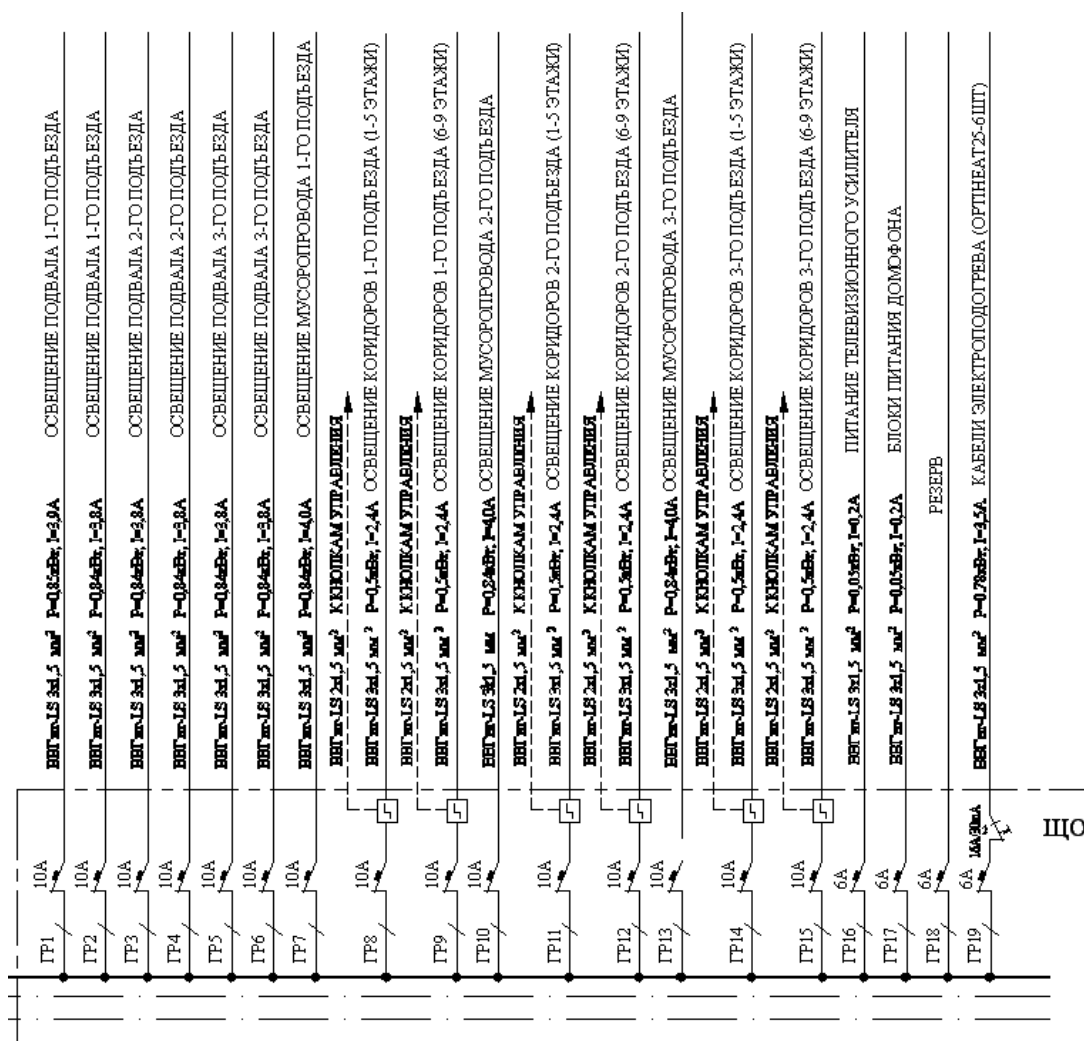


Рисунок 22 – Схема щита ЩО

Выводы по разделу 6.

В шестом разделе ВКР рассмотрен процесс выбора щитового оборудования и автоматических выключателей для системы электроснабжения трёхподъездного девятиэтажного жилого дома. Щитовое оборудование и автоматические выключатели играют ключевую роль в обеспечении надёжности, безопасности и эффективности работы электрической сети, поскольку они отвечают за правильное распределение электроэнергии по зданию, защиту от перегрузок и коротких замыканий, а также за оперативное отключение оборудования в случае аварийных ситуаций.

7 Выбор кабелей

Сечение кабелей выбирается, исходя из условия [14]:

$$I_{\text{д.доп}} > I_{\text{р}}, \quad (28)$$

где $I_{\text{д.доп}}$ – длительно допустимый ток кабеля, А

$I_{\text{р}}$ – расчетный ток линии (электроприемника), А

После выбора кабеля необходимо проверить его на соответствие току защитного аппарата и на потерю напряжения. Потеря напряжения в кабельной линии определяется по формуле [14]:

$$\Delta U = \frac{P \cdot l}{C \cdot q}, \quad (29)$$

где P – активная мощность, передаваемая по линии, кВт;

l – длина линии, м;

C – коэффициент, для медных проводов для трехфазных линий, $C = 77$; для однофазных $C = 12$;

q – сечение жил кабелей.

Например, для первого стояка первого подъезда с расчетным током $I_{\text{р}} = 90,1$ А выбираем кабель ВВГнг–5х35 с длительно допустимым током $I_{\text{д.доп}} = 131$ А [23]. Длина данной линии 55 м.

Данную кабельную линию защищает автоматический выключатель ВА47–125 с током теплового расцепителя 125 А, а значит длительно допустимый ток кабеля должен быть больше 125 А.

$$I_{\text{д.доп}} = 131 \text{ А} > I_{\text{пр.ном.}} = 125 \text{ А} – \text{верно,}$$

а значит, автоматический выключатель ВА47–125 будет защищать выбранный кабель.

Потеря напряжения в кабельной линии составляет:

$$\Delta U = \frac{58,05 \cdot 55}{77 \cdot 35} = 1,18 \, \%$$

«Остальные кабельные линии многоэтажного жилого здания рассчитываются аналогично. Результаты расчета сведены в таблицу 4.

Групповые линии освещения помещений подвала прокладываются открыто по потолку и стенам. Стойки питающих линий квартир, групповые линии освещения общедомовых помещений, а также питающие линии лифтов следует прокладывать скрытно в пластмассовых трубах, заложенных в панелях при их изготовлении на заводе. Групповые линии квартир в пределах лестничных площадок также необходимо прокладывать в трубах в панелях. В пределах квартиры проводка должна осуществляться в подготовке пола в изоляционных гофрированных трубках, в пустотах панелей перекрытия, а также внутри гипскартонных перегородок в изоляционных гофрированных трубках. Вывод кабелей к монтажным коробкам для розеток и выключателей, предусмотренных в заводских панелях, следует осуществлять в закладных трубках, установленных на заводе при заливке. Все кабели, прокладываемые к потребителям электроэнергии, имеют медные жилы и ПВХ изоляцию. Все проходы через панели перекрытия и перегородки следует заделывать пожаростойким легкоудаляемым материалом. Кабели питания противопожарных устройств, а также групповые линии выполняются огнестойким кабелем ВВГнг(А)–FRHF» [18].

Таблица 4 – Выбор кабельных линий многоэтажного жилого здания

Защищаемый объект	Параметр сети				I _{т.р.} , А	Параметры кабеля			
	P _р , кВт	cosφ	S _р , кВА	I _р , А		Марка	I _{д.доп.} , А	l, м	ΔU, %
Квартира	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Освещение	0,5	1	0,50	2,27	10	ВВГнг-LS 3х1,5	19	80	0,28
Розетки в комнатах	1,45	0,96	1,51	6,87	16	ВВГнг-LS 3х2,5	27	60	0,48
Розетки на кухне	2,5	0,96	2,60	11,84	16	ВВГнг-LS 3х2,5	27	60	0,83
Стиральная машина	1,3	0,96	1,35	6,16	16	ВВГнг-LS 3х2,5	27	20	0,43
Электроплита	4,25	1	4,25	19,32	32	ВВГнг-LS 3х6	50	15	0,59
ЩППУ	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Пожарный насос рабочий ПН1	0,75	0,8	0,94	1,4	6	ВВГнг(А)-FRHF 5х1,5	17	10	0,06
Пожарный насос резервный ПН2	0,75	0,8	0,94	1,4	6	ВВГнг(А)-FRHF 5х1,5	17	10	0,06
Пожарная задвижка АЗП1	0,2	0,8	0,25	0,4	6	ВВГнг(А)-FRHF 5х1,5	17	10	0,02
Пожарная задвижка АЗП2	0,2	0,8	0,25	0,4	6	ВВГнг(А)-FRHF 5х1,5	17	10	0,02
Насос погружной НП1	0,45	0,8	0,56	0,9	6	КГ-5х1,5	17	20	0,08
ЩС1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Воронки с электроподогревом	0,06	1	0,06	0,3	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	60	0,20
ЯТП-250/220/36	0,25	1	0,25	1,1	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	20	0,28
ЯТП-250/220/36	0,25	1	0,25	1,1	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	20	0,28
ЯТП-250/220/36	0,25	1	0,25	1,1	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	20	0,28
Зачистные устройства мусоропроводов	2,1	0,9	2,33	10,6	16	ВВГнг-LS 3х2,5	27	65	4,55
Освещение лифтовых шахт	1,5	1	1,50	6,8	10	ВВГнг-LS 3х1,5	19	50	4,17
ЩА	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры третьего подъезда	0,24	1	0,24	1,1	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	50	0,67
Освещение этажного коридора третьего подъезда	0,36	1	0,36	1,6	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	50	1,00
Освещение площадки мусоропровода в третьего подъезда и входа в подъезд	0,4	1	0,40	1,8	6	ВВГнг-LS 3х1,5	19	50	1,11

Продолжение таблицы 4

Защищаемый объект	Параметр сети				I _{т.р.} , А	Параметры кабеля			
	P _р , кВт	cosφ	S _р , кВА	I _р , А		Марка	I _{д.доп.} , А	l, м	ΔU, %
Освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры второго подъезда	0,24	1	0,24	1,1	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	0,40
Освещение этажного коридора второго подъезда	0,36	1	0,36	1,6	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	0,60
Освещение площадки мусоропровода в второго подъезда и входа в подъезд	0,4	1	0,40	1,8	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	0,67
Освещение помещения лифта, мусоросборочной камеры первого подъезда	0,24	1	0,24	1,1	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	50	0,67
Освещение этажного коридора первого подъезда	0,36	1	0,36	1,6	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	50	1,00
Освещение площадки мусоропровода в первого подъезда и входа в подъезд	0,4	1	0,40	1,8	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	50	1,11
К сумеречному выключателю	—	—	—	—	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	—
ЩО	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Освещение правой части подвала первого подъезда	0,85	1	0,85	3,9	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	1,42
Освещение левой части подвала первого подъезда	0,84	1	0,84	3,8	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	20	0,93
Освещение правой части подвала второго подъезда	0,84	1	0,84	3,8	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	10	0,47
Освещение левой части подвала второго подъезда	0,84	1	0,84	3,8	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	10	0,47
Освещение правой части подвала третьего подъезда	0,84	1	0,84	3,8	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	20	0,93
Освещение левой части подвала третьего подъезда	0,84	1	0,84	3,8	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	1,40

Продолжение таблицы 4

Защищаемый объект	Параметр сети				I _{т.р.} , А	Параметры кабеля			
	P _р , кВт	cosφ	S _р , кВА	I _р , А		Марка	I _{д.доп.} , А	l, м	ΔU, %
Освещение мусоропровода первого подъезда	0,84	0,95	0,88	4,0	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	50	1,40
Освещение коридоров первого подъезда с первого по пятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	40	2,33
Освещение коридоров первого подъезда с шестого по девятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	55	1,11
Освещение мусоропровода второго подъезда	0,84	0,95	0,88	4,0	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	30	1,53
Освещение коридоров второго подъезда с первого по пятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	25	1,40
Освещение коридоров второго подъезда с шестого по девятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	40	0,69
Освещение мусоропровода третьего подъезда	0,84	0,95	0,88	4,0	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	50	1,11
Освещение коридоров третьего подъезда с первого по пятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	40	2,33
Освещение коридоров третьего подъезда с шестого по девятый этажи	0,5	0,95	0,53	2,4	10	ВВГнг-LS 3x1,5	19	55	1,11
Телевизионный усилитель	0,05	1	0,05	0,2	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	60	1,53
Блок питания домофона	0,05	1	0,05	0,2	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	25	0,17
Кабели электроподогрева	0,78	1	0,78	3,5	6	ВВГнг-LS 3x1,5	19	60	0,07
АВР	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Щит ЩА	3	1	3,00	4,6	16	ВВГнг(А)-FRHF 5x2,5	25	5	0,08
Щит ЩАИТП	3	0,65	4,62	7,0	16	ВВГнг(А)-FRHF 5x2,5	25	30	0,47
Щит ЩППУ	1,4	0,8	1,75	2,7	16	ВВГнг(А)-FRHF 5x2,5	25	30	0,22
Лифт 1-го подъезда	5,5	0,65	8,46	12,9	25	ВВГнг-LS 5x10	61	80	0,57
Лифт 2-го подъезда	5,5	0,65	8,46	12,9	25	ВВГнг-LS 5x10	61	60	0,43
Лифт 3-го подъезда	5,5	0,65	8,46	12,9	25	ВВГнг-LS 5x10	61	80	0,57
ГРЩ	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение таблицы 4

Защищаемый объект	Параметр сети				I _{т.р.} , А	Параметры кабеля			
	P _p , кВт	cosφ	S _p , кВА	I _p , А		Марка	I _{д.доп.} , А	l, м	ΔU, %
Первый стояк первого подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	125	ВВГнг-LS 5х35	131	55	1,18
Второй стояк первого подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	125	ВВГнг-LS 5х35	131	45	0,97
Первый стояк второго подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	125	ВВГнг-LS 5х35	131	20	0,43
Второй стояк второго подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	125	ВВГнг-LS 5х35	131	10	0,22
Первый стояк третьего подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	125	ВВГнг-LS 5х35	131	30	0,65
Второй стояк третьего подъезда	58,05	0,98	59,23	90,1	125	ВВГнг-LS 5х35	131	40	0,86
ЩС1	2,1	0,9	2,33	3,5	32	ВВГнг-LS 5х4	34	80	0,55
УСПД2064М	0,05	1	0,05	0,2	6	ВВГнг-LS 5х1,5	19	6	0,00
ЩО	4,3	0,98	4,4	6,7	25	ВВГнг-LS 5х4	34	5	0,07
АВР ввод 1	20,3	0,69	29,2	44,4	63	ВВГнг-LS 5х16	81	5	0,08
АВР ввод 2	20,3	0,69	29,2	44,4	63	ВВГнг-LS 5х16	81	5	0,08

Выводы по разделу 7

В шестом разделе рассмотрен процесс выбора кабелей для системы электроснабжения трёхподъездного девятиэтажного жилого дома. Кабели являются важным элементом электрической сети, так как они обеспечивают передачу электроэнергии от источника питания до потребителей, а их правильный выбор напрямую влияет на безопасность, надёжность и эффективность работы всей системы электроснабжения.

При выборе кабелей были учтены такие ключевые факторы, как тип и мощность потребителей, длина проводников, максимальные токи нагрузки, а также требования к изоляции и защите от внешних воздействий (влажность, механические повреждения и т.д.). Было проведено расчётное определение сечений кабелей с учётом допустимых потерь напряжения, температуры нагрева и условий эксплуатации. Важным моментом стало соблюдение всех нормативных требований, включая ПУЭ, и выбор кабелей, соответствующих современным стандартам по безопасности и энергоэффективности.

Правильный выбор кабелей обеспечил быструю и безопасную передачу электроэнергии, минимизировал потери и перегрев проводников, а также снизил риски коротких замыканий и пожаров. Кроме того, использование качественных материалов с необходимыми характеристиками способствует долговечности и стабильности работы всей электросети в целом.

Таким образом, выбор кабелей — это важный этап в проектировании системы электроснабжения жилого дома, который позволяет обеспечить не только безопасность и надёжность эксплуатации электрической сети, но и долговечность её компонентов.

Заключение

В ходе выполнения данной работы разработан проект системы электроснабжения для трёхподъездного девятиэтажного жилого дома, что позволило рассмотреть основные этапы проектирования, начиная от анализа потребностей в электроэнергии и расчёта нагрузок до выбора компонентов, таких как кабели, щитовое оборудование и автоматические выключатели. Каждый из этапов был подробно проработан с учётом нормативных требований, условий эксплуатации и особенностей эксплуатации многоквартирных жилых зданий.

Представлена общая характеристика многоэтажного жилого здания. Проведен анализ электрооборудования жилых помещений, определена установленная мощность потребителей многоэтажного жилого здания. Установленная мощность освещения принята 1,0 кВт. Установленная мощность потребителей комнат жилых помещений составляет 2,9 кВт, установленная мощность электроприемников кухни составляет 5,0 кВт. Мощность группы на электрическую плиту квартиры принимается 8,5 кВт, стиральной машины 2,6 кВт. Также приведен анализ электрооборудования мест общего пользования многоквартирным домом, определены потребители электроэнергии данных помещений, их технические характеристики. Отдельно рассмотрена система освещения многоэтажного жилого здания, определены потребители рабочего и аварийного освещения.

Рассчитана система освещения, определены мощности щитов освещения с учетом распределения нагрузки по фазам. Рассчитаны электрические нагрузки на всех уровнях напряжения системы электроснабжения многоэтажного жилого здания.

Внешнее электроснабжение выполнено двумя сдвоенными кабелями 2хАВБбШВнг 4х150. В трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, на отходящих линиях к жилому дому, устанавливаются автоматические выключатели ВА51–39 с током теплового расцепителя 500 А.

Также важным этапом стало проведение расчётов токов короткого замыкания, что позволило точно выбрать защитные устройства, обеспечивающие безопасность и защиту от возможных коротких замыканий или перегрузок в электрической сети.

Выбраны автоматические выключатели в системе электроснабжения ВА47–29 и ВА47–125 с различными токами расцепителя. Для защиты человека от поражения электрическим током при его прикосновении к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением, в некоторых группах используется устройство защитного отключения УЗО на ток срабатывания не менее 30 мА и время срабатывания до 100 мс. В необходимых местах установлены магнитные пускатели ПМ12–010220. Составлены схемы щитов системы электроснабжения многоэтажного жилого здания. Рассчитаны кабели в системе электроснабжения многоэтажного жилого здания. Для питания электроприемников выбраны кабели ВВГнг–LS различных сечений. Кабели питания противопожарных устройств, а также групповые линии выполняются огнестойким кабелем ВВГнг(А)–FRHF. Принятые решения по выбору щитового оборудования, автоматических выключателей и кабелей обеспечили быструю и безопасную подачу электроэнергии на все этажи здания, а также защиту от аварийных ситуаций.

В результате выполненной работы были предложены обоснованные решения, которые обеспечат надёжную и безопасную эксплуатацию системы электроснабжения жилого дома. Эти решения соответствуют современным стандартам и требованиям безопасности, что важно для обеспечения комфортных и безопасных условий проживания для жильцов.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алюнов А. Н., Вяткина О. С., Поздеев Н. Д. Электроснабжение осветительных установок : учебное пособие. Вологда : ВоГУ, 2018. 71 с.
2. Алюнов А. Н., Вяткина О. С. Электроснабжение. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий : учебное пособие. — Вологда : ВоГУ, 2017. — 46 с.
3. Бирюлин В. И., Куделина Д. В. Электроснабжение промышленных и гражданских объектов : учебное пособие. Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 204 с.
4. Бовтрикова Е. В. Электроснабжение потребителей : учебно-методическое пособие. Москва : РосНОУ, 2020. 241 с. ISBN 978-5-89789-166-5.
5. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/162127> (дата обращения: 28.11.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Бовтрикова Е. В. Электроснабжение потребителей : учебно-методическое пособие / Е. В. Бовтрикова. Москва : РосНОУ, 2020. 241 с.
6. Бондаренко С. И. Электроснабжение городов : учебное пособие. Иркутск : ИРНИТУ, 2020. 138 с.
7. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения. Учебно-методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2016. 78 с.
8. Васильев, Д. А. Электроснабжение : учебное пособие / Д. А. Васильев, Л. А. Пантелеева. Ижевск : УдГАУ, 2022. 60 с.
9. Газизова О. В., Кондрашова Ю. Н., Шеметов А. Н. Специальные вопросы электроснабжения : учебное пособие. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020 Часть 1 2020. 294 с. ISBN 978-5-9967-1858-0. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/162564> (дата обращения: 28.11.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электроэнергии в системах

электроснабжения общего назначения» // Консультант плюс: справочно-правовая система.

11. ГОСТ 28249–93 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока до 1 кВ» // Консультант плюс: справочно-правовая система.

12. Дробов А. В. Электроснабжение предприятий и гражданских зданий: учебное пособие. Минск : РИПО, 2023. 175 с.

13. Инструкция по электроснабжению жилых домов и других частных сооружений // Консультант плюс: справочно-правовая система.

14. Коробов, Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А. Электроснабжение. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2024. 192 с. ISBN 978-5-507-47450-9. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/378455> (дата обращения: 28.11.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Мурашов А. О., Рузанова Н. И. Расчет электрических нагрузок : учебное пособие. Санкт-Петербург : Страта, 2022. 126 с. ISBN 978-5-907638-20-4. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/307196> (дата обращения: 28.11.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Павлович С. Н. Электромонтаж осветительного и силового оборудования : учебное пособие. Минск : РИПО, 2017. 424 с. ISBN 978-985-503-685-3. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/132025> (дата обращения: 28.11.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы и главы шестого и седьмого изданий // Консультант плюс: справочно-правовая система.

18. Синюкова Т. В., Синюков А. В., Лесникова В. В. Электроснабжение и электрооборудование электрических установок : учебное пособие. Липецк : Липецкий ГТУ, 2021. 80 с.

19. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция. СНиП 23–05–95* // Консультант плюс: справочно-правовая система.

20. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» (Приказ Минстроя России от 29 августа 2016 г. № 602/пр) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

21. Схема ящика управления освещением. URL: <http://www.energy-kazan.ru/articles/3/41> (дата обращения: 28.11.2024)

22. Технические характеристики лифтов ЛП–0401Б, производства компании ОАО «Могилевлифтмаш». URL: <http://drives.ru/mlm/> (дата обращения: 28.11.2024)

23. Характеристики кабелей и проводниковой продукции завода «Камкабель». URL: <http://www.kamkabel.ru> (дата обращения: 28.11.2024)

24. Характеристики электрооборудования, производства Курского Электроаппаратного завода URL: <https://keaz.ru/> (дата обращения: 28.11.2024)

25. Характеристики автоматических выключателей TDM ELECTRIC. URL: <http://tdmelectric.ru/> (дата обращения: 28.11.2024)

26. Характеристики устройства для очистки, промывки и дезинфекции мусоропровода. URL: <https://galvent.ru/catalog/musoroprovody/kamera-ochistki/> (дата обращения: 28.11.2024)