

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

Институт энергетики и электротехники
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование кафедры)

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электрооборудование и электрохозяйство предприятий,
организаций и учреждений
(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Электрооборудование и электрохозяйство многоквартирного жилого
дома

Студент	<u>А.Д. Швецов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>Д.А. Кретов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>И.Ю. Усатова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В.Вахнина _____ (личная подпись)
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)
« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

В выпускной квалификационной работе рассчитана и спроектирована система электроснабжения многоквартирного жилого дома.

Перед началом работы было проведено исследование объекта и получены все его базовые характеристики для наиболее корректного выбора мощности силовых трансформаторов на распределительной подстанции для обеспечения надежного электропитания объекта и соблюдения категории надежности электроснабжения.

Осуществлен расчет электрических нагрузок с указанием всех групп потребителей представленных на объекте.

Пояснительная записка выполнена на 54 листе. Графическая часть работы представлена на 6 чертежах формата А1.

ABSTRACT

This graduation work deals with the development of a power supply scheme for an apartment building.

The aim of the work is to give some information about modern ways of constructing residential buildings which are complying requirements of comfortable and smart housing.

The object of the graduation project is an apartment building, which is based in Komsomolsky district

The subject of the senior thesis is design of a power layout.

The calculation of energy consumption, selection of electrical equipment, economy, information on advanced energy saving systems are highlighted in the project's general part.

The result of the graduation work is a fully completed power supply project of the modern apartment building. It meets the requirements for a smart and comfortable housing.

The special part of the project presents the calculation and technical drawing part.

The graduation project consists of an explanatory note on 54 pages, introduction, 12 tables, the list of 30 references including 5 foreign sources, and the graphic part on 6 A1 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Характеристика объекта проектирования	7
1.1 Общая характеристика проектируемого объекта	7
1.2 Характеристика потребителей электроэнергии и определение категории электроснабжения	8
2 Расчет системы электроснабжения многоквартирного жилого дома.....	11
2.1 Наружное освещение	11
2.2 Расчет электрических нагрузок	15
3 Выбор мощности силовых трансформаторов	23
4 Расчет токов короткого замыкания	27
5 Выбор электрооборудования	33
5.1 Выбор сечения шинпровода.....	33
5.2 Выбор схемы электроснабжения.....	34
5.3 Выбор сечений питающих кабелей.....	35
5.4 Проверка правильности выбора защитной аппаратуры	39
5.5 Распределительные сети многоквартирного жилого дома.....	40
6 Мероприятия, связанные с оптимизацией расхода и учета электрической энергии	44
6.1 Мероприятия по снижению потерь электрической энергии в городских электрических сетях.....	44
6.2 Автоматизированная система контроля, учета и управления электропотреблением	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире продолжает развиваться сфера промышленного и гражданского строительства. Ни один объект современного строительства не может обойтись без электричества. Сейчас повсеместно применяются распределительные сети, они обеспечивают электричеством жилые дома, общественно-коммунальные учреждения, промышленные предприятия. Через городские и сельские распределительные сети передается основная часть вырабатываемой в стране электрической энергии.

Возрастающий уровень электропотребления зависит от того, что современное прогрессивное общество не может существовать без электричества. Электрическая энергия просочилась во все сферы жизнедеятельности человека, появилась потребность ее в больших количествах. Современные жилые дома оснащены большим количеством электрооборудования (электроплиты, электробойлеры, вентиляционные системы и насосы, дорогой бытовой электроникой, слаботочные системы). Новое оборудование требует качественно нового подхода – точного расчета, умелого планирования при рациональных затратах, современных систем защиты и автоматики.

Основное оборудование по требованиям надежности электроснабжения относится ко II категории, согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) его питание должно быть реализовано с применением двух кабельных вводов от внешней питающей сети напряжения 380/220В переменного тока частотой 50Гц

Вводное распределительное устройство (ВРУ) заземлено с помощью системы TN-C-S. Электроснабжение объекта осуществляется от отдельно стоящей понизительной трансформаторной подстанции (ТП) 10/0,4кВ.

Питание вводного распределительного устройства реализовано путем использования двух взаимнорезервирующихся кабельных линий марки АСБУ. Проектом предусмотрены распределительные щиты для

эффективного распределения электропитания для силового оборудования, осветительных приборов основного и аварийного освещения. В проекте также присутствует установка автоматического ввода резервов для осуществления питания потребителей I категории надежности электроснабжения.

Документ СП 256.1325800.2016 регламентирует следующую классификацию, на основании которой к потребителям I категории надежности в данном проекте относятся:

- Лифтовые установки;
- аварийное освещение;
- система пожарного оповещения;
- система противопожарного обеспечения (система пожаротушения, система обеспечения подпора воздуха и дымоудаления);
- насосные установки.

Цель выпускной квалификационной работы – построение рациональной системы электроснабжения многоквартирного жилого дома, обеспечивающей требуемый уровень надежности электроснабжения потребителей и отвечающей экономическим интересам поставщиков и потребителей электроэнергии.

1 Характеристика объекта проектирования

1.1 Общая характеристика проектируемого объекта

Жилой дом поворотной модификации, образующий внутриворонное пространство. Жилой дом состоит из 4 секций высотой 9+1 этажей.

Дом расположена в мкр-не Шлюзовой Комсомольского р-на г. Тольятти на ул. Гидротехнической. Расположение дома приведено на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Расположение дома

При использовании кабельных линий 6кВ осуществляется электроснабжение районного распределительного пункта, а он обеспечивает питанием трансформаторные подстанции во всем районе.

Преобразования величины напряжения обусловлено тем, что бытовые электроприборы работают при напряжении, отличном от того, при котором осуществляется передача и распределение электроэнергии.

К бытовым электроприборам относятся:

- Электроприемники в квартирах;
- светильник основного освещения;
- светильники системы аварийного освещения;
- лифтовые установки;
- насосные установки;
- приборы наружного освещения;
- противопожарное оборудование.

На каждом этаже предусмотрено по два навесных этажных щитка (ЩЭ), они предназначены для распределения и защиты индивидуальных приборов учета, так же в них предусмотрена система защитного заземления.

1.2 Характеристика потребителей электроэнергии и определение категории электроснабжения

Одним из наиболее значительных вопросов при разработке рациональной схемы построения распределительной сети является грамотное определение требуемого критерия по уровню надежности электроснабжения потребителей. Это оказывает непосредственное влияние на количество резервных элементов в системе электроснабжения объекта, а это оказывает решающее влияние на технико-экономический показатель сети.

Категории надежности электроснабжения, согласно ПУЭ, делятся на три категории.

К потребителям первой категории надежности электроснабжения относятся: электроприемники, сбои и прекращения работы которых повлекут за собой существенную опасность для жизни людей, создадут угрозу дестабилизации оборудования, обеспечивающего безопасность государства, обеспечат ощутимый материальный убыток, подвергнут опасности

поддержания стабильности сложного технологического процесса, нарушение стабильной работы главных элементов коммунального хозяйства, сбои в работе объектов связи и телевидения[1].

В группе электроприемников и потребителей первой категории выделяют особую группу, которой необходимо обеспечение бесперебойной работы, для предотвращения остановки производства/технологического процесса, которое повлечет за собой угрозу жизни людей, взрывы, пожары, угрозу техногенной катастрофы [1].

К потребителям второй категории надежности относятся: электроприемники, сбои в работе которых влекут за собой массовый недоотпуск/брак продукции, простои рабочих, механизмов и транспорта промышленного назначения, нарушение деятельности существенного количества городского и сельского населения [1].

К потребителям третьей категории надежности относятся: отсталые электроприемники, которые не попадают под регламент первой и второй категорий [1].

На жилом объекте все электроприемники подразделяются на две группы: электроприёмники квартир и электроприёмники общедомового назначения. К первой группе относятся осветительные и бытовые электроприборы. Ко второй группе- освещение лестничных пролетов, технических этажей, чердаков, холлов, служебных помещений, лифтовые установки, система противопожарного комплекса, домофоны и т.п.

В жилом доме имеются электроплиты, противопожарные устройства, лифты, эвакуационное и аварийное освещение, опираясь на ПУЭ, жилые дома с электроплитами относятся к электроприемникам второй категории надежности, перерыв в их электроснабжении приводит к нарушению нормальной деятельности значительного количества городских жителей.

Электроприемники противопожарных устройств, лифты, эвакуационное и аварийное освещение относятся к электроприемникам I категории надежности, перерыв в их электроснабжении может повлечь за

собой опасность для жизни людей, нарушение функционирования особо важных элементов городского хозяйства. Электроприемники I категории электроснабжения требуют обязательно питание от двух независимых источников, к ним относятся и силовые трансформаторы, если они подключены к различным, не связанным между собой, секциям распределительного устройства высшего напряжения. При этом резервное питание электроприемников должно иметь автоматическое включение (АВР). Перерыв в электроснабжении первой категории допускается лишь на время срабатывания АВР, а перерыв в электроснабжении II категории допустим на время необходимое для включения резервного питания действиями оперативно дежурного персонала.

2 Расчет системы электроснабжения многоквартирного жилого дома

2.1 Наружное освещение

Необходимую освещенность, согласно ГОСТ 55706-2013, призвана обеспечить система наружного освещения многоквартирного жилого дома.

Для управления наружным освещением предусмотрены следующие алгоритмы:

- дистанционное – с диспетчерского пульта;
- ручное (местное) – непосредственно со щитов, с помощью кнопок.
- автоматическое – с помощью реле времени.

2.1.1 Нормы освещенности и выбор источников света

Приоритетной задачей уличного освещения является обеспечение требуемой яркости на проезжей части улиц и на тротуарах, в нормативных документах этот параметр именуется горизонтальной освещенностью. Средняя горизонтальная освещенность определяется согласно СНиП23-05-95:

- на физкультурных и спортивных площадках на дворовой территории, а также на игровых площадках для детей $E_{cp}=10\text{лк}$;
- проезды основные должны иметь освещенность не менее $E_{cp}=4\text{лк}$;
- проезды второстепенные, в том числе тротуары-подъезды должны иметь освещенность не менее $E_{cp}=2\text{лк}$.

Средняя ширина проезжей части на дворовой территории принимается равной 10м.

Регламентирующие и нормативные документы предписывают использование в установках наружного освещения светильники со светодиодными источниками света, в том числе для установок освещения улиц и дорог с транспортным движением[5].

В проекте предполагается использование в качестве источника света светодиодный светильник ДКУ01-120-010 УХЛ1, мощностью 120Вт.

Также нормативные документы определяют высоту установки осветительных приборов у проезжей части улиц, дорог и площадей, она составляет не менее 6,5м[1].

Осветительные установки представляют собой опоры высотой 7,5м. Опоры конические изготавливаются из листовой стали методом гибки, с одним продольным сварным швом типа (ОГККВ-7,5).

Монтаж светильника на опоре осуществляется с помощью кронштейна типа К20-0,5-0-0 (для одного светильника), К21-0,5-0-0 и К21(90)-0,5-0-0 (для двух светильников), наклон светильника к горизонтали под углом 15°.

2.1.2. Расчет наружного освещения

Расчет наружного освещения заключается в определении расстояния между светильниками (шага светильников).

Светотехнический расчет выполняется по методу коэффициента использования светового потока по формуле:

$$\Phi = \frac{L \cdot K_c \cdot \pi}{\eta_L},$$

где L – нормируемая яркость покрытия, кд/м²(определяется по таблице 11 СНиП 23-05-95);

K_c – коэффициент запаса;

η_L – коэффициент использования светового потока (определяется в зависимости от типа ламп, угла наклона светильника, характеристики покрытия, отношения дороги к высоте установки светильников).

Используя данные расчета величины светового потока Φ и светового потока выбранных ламп, производится расчет необходимого расстояния между светильниками:

$$l = \frac{S}{b},$$

где S – площадь, которую могут осветить лампы, м²;

b – ширина проезда (улицы), м.

Вычисления проводились с использованием коэффициента запаса – 1,5. Величина данного коэффициента учитывает спад светового потока в связи с уменьшением потока лампы в течение срока службы и наружное загрязнение стекла светильника.

$$\Phi = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 3,14}{0,04} = \frac{1,884}{0,04} = 47,1 \text{ лм/м}^2.$$

Световой поток осветительного элемента выбранного осветительного прибора $\Phi_{\text{л}}=16000$ лм, он способен осветить площадь:

$$S = \frac{16000}{47,1} = 339,7 \text{ м}^2.$$

Ширина проезжей части согласно проекту $b=10$ м, следовательно:

$$l = \frac{339,7}{10} = 33,9 \text{ м.}$$

Площадь территории на которой необходимо сделать освещение $S_{\text{т}}=10045 \text{ м}^2$, используя это значение, произведем расчет количества необходимых светильников, которое обеспечит нормируемую освещенность.

$$n = \frac{10045}{339,7} = 29,6 \text{ шт.}$$

После проведения расчетов было установлено: для территории жилого дома необходимо использовать 30 светильников ДКУ01-120-010 УХЛ1. Они должны быть установлены на расстоянии 34м друг от друга. Именно такое расстояние между светильниками может гарантировать обеспечение требуемых значений освещенности, а также обеспечить равномерное освещение территории проектируемого объекта, без участков недостаточной освещенности.

2.1.3. Расчет электрических нагрузок наружного освещения

Установленная мощность (P_y) определяется как сумма мощности всех ламп (P_l). Расчетная мощность определяется:

$$P_p = P_y \cdot K_c,$$

где K_c -коэффициент спроса.

Реактивная мощность вычисляется:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент реактивной мощности.

При этом полная нагрузка будет составлять:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}.$$

Расчетный ток вычислим по формуле:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}.$$

2.2 Расчет электрических нагрузок

Определение электрических нагрузок - важный этап в процессе проектирования системы электроснабжения. Под электрической нагрузкой подразумевают мощность или ток, потребляемые электроприемником или потребителем в определенные интервалы времени. Измерение нагрузки может осуществляться полной, активной или реактивной мощностью, либо полным, активным или реактивным током.

Силовые и коммутирующие аппараты выбираются исходя из проведенных расчетов нагрузок не только внутри объекта, но и на трансформаторной подстанции. Цель осуществления расчетов – обоснованный выбор сечения кабелей питающих линий, он также позволяет защитить объект от перегрузок по потребляемой мощности, обосновывает выбор всех элементов в схеме электроснабжения объекта и все технико-экономические показатели.

Расчетная нагрузка питающих линий, вводов, а также на шинах РУ-0,4 кВ ТП от электроприемников квартир повышенной комфортности ($P_{p.кв}$) вычисляется по формуле:

$$P_{p.кв} = P_{кв} \cdot n \cdot K_0,$$

где $P_{кв}$ – нагрузка электроприемников квартир повышенной комфортности, кВт;

n – количество квартир;

K_0 – коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности, он принимается равным значению таблицы 6.3 СПЗ1-110-2003[2].

СПЗ1-110-2003 также имеет сведения о том, что удельная расчетная нагрузка квартир включает в себя нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничные пролеты, помещения технического этажа и т.д.), также туда включают нагрузку слаботочных устройств.

Расчетная нагрузка питания лифтов и прочих силовых электроприемников жилого объекта рассчитываем по формуле:

$$P_c = K_c \sum P_y,$$

где K_c – коэффициент спроса, его значение регламентируется данными, содержащимися в таблицах СП31-110-2003, зависит от количества используемых электроприемников.

P_y – паспортная величина установленной мощности электроприемника, кВт.

При расчете питающих линий и вводов в помещение объекта не учитываются величины мощности электроприемников противопожарных устройств, резервных электродвигателей и уборочных механизмов.

Для определения расчетной нагрузки жилого дома используется формула:

$$P_{p.жд} = P_{кв} + 0,9 \cdot P_c,$$

где $P_{кв}$ - расчетная нагрузка электроприемников квартир, кВт;

P_c - расчетная нагрузка силовых электроприемников.

Таким образом, расчет полной нагрузки будет производиться с применением формулы:

$$S_{p.жд} = \sqrt{P_{p.жд}^2 + Q_{p.жд}^2},$$

где $Q_{p.жд}$ – реактивная мощность, ее расчет осуществляется по формуле:

$$Q_{p.жд} = \frac{S_{p.жд}}{\sqrt{3} \cdot U_n}.$$

Так как рассматриваемый объект, многоквартирный жилой дом, имеет Г-образную сложную форму, с угловыми подъездами, то рационально использовать схему электроснабжения с двумя вводными распределительными устройствами, каждое из которых имеет два независимых друг от друга ввода, расчеты их нагрузки сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Нагрузка ВРУ

1 ВРУ		2 ВРУ	
Ввод 1	Ввод 2	Ввод 1	Ввод 2
$P_p=96,3$ кВт	$P_p=74,04$ кВт	$P_p=96,5$ кВт	$P_p=88,5$ кВт
$I_p=148,9$ А	$I_p=114,5$ А	$I_p=149,2$ А	$I_p=163,8$ А

На каждом вводном распределительном устройстве задействована схема со множеством потребителей подключенных параллельно, группы потребителей сведены в таблицы 2и 3.

Таблица 2 - Потребители 1 ВРУ

№ линии	P_p , кВт	I_p , А	Название
П1	46,8	72,4	Стояк 1
П2	46,8	72,4	Стояк 2
П3	72,4	111,9	Стояк 3
П4	8,5	13,4	Панель рабочего освещения
П5	1,87	4,04	СРП2

Таблица 3 - Потребители 2 ВРУ

№ линии	P_p , кВт	I_p , А	Название
П1	46,8	72,4	Стояк 1
П2	46,8	72,4	Стояк 2
П3	46,8	72,4	Стояк 3
П4	58,1	89,8	Стояк 4
П5	23,7	37,4	Панель рабочего освещения
П6	4,32	10,9	СРП4
П7	1,15	2,56	Шкаф ШУН ввод 1
П8	1,15	2,56	Шкаф ШУН ввод 2

Рабочее освещение вынесено в отдельную группу потребителей на обоих вводах, эта панель содержит в себе множество потребителей, сведения о них содержатся в таблицах 4 и 5.

Таблица 4– Панель рабочего освещения 1 ВРУ

	Рр, кВт	Ip, А	Название
Группа 1	0,198	0,98	Рабочее освещение карманов в 1 секции
Группа 2	0,198	0,98	Рабочее освещение карманов во 2 секции
Группа 3	0,198	0,98	Рабочее освещеие лифтовых холлов
Группа 4	0,198	0,98	Коридоры
Группа 5	0,318	1,5	Мусорокамеры, площадки у мусоропроводов
Группа 6	0,96	4,4	Технический этаж
Группа 7	1,31	6,2	Лифтовая шахта, раб. осв. маш. отд. лифта секция 1
Группа 8	0,06	0,4	Телевизионные усилители
Группа 9	0,78	3,5	Подвал, секция 1
Группа 10	0,6	2,7	Подвал, секция 2
Группа 11	0,4	2,8	Блоки питания домофонов
Группа 12	1,08	4,9	Розетки для ремонтных работ, секция 1
Группа 13	0,35	1,6	Рабочее освещение электрощитовой
Группа 14	1,31	6,2	Лифтовая шахта, раб. осв. маш. отд. лифта секция 2
Группа 15	0,54	3,8	Розетки для ремонтных работ, секция 2

Таблица 5 – Панель рабочего освещения 2 ВРУ

	Рр, кВт	Ip, А	Название
1	2	3	4
Группа 1	0,198	0,98	Рабочее освещение карманов в 3 секции
Группа 2	0,198	0,98	Рабочее освещение карманов в 4 секции
Группа 3	0,198	0,98	Рабочее освещение лифтовых холлов
Группа 4	0,198	0,98	Коридоры
Группа 5	0,318	1,5	Мусорокамеры, площадки у мусоропроводов
Группа 6	0,96	4,4	Технический этаж

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Группа 7	1,31	6,2	Лифтовая шахта, раб. осв. маш. отд. лифта секция 3
Группа 8	0,06	0,4	Телевизионные усилители
Группа 9	1,08	4,9	Подвал, секция 3
Группа 10	0,9	4,1	Подвал, секция 4; КУИ
Группа 11	0,4	2,8	Блоки питания домофонов
Группа 12	1,08	4,9	Розетки для ремонтных работ, секция 3
Группа 13	0,65	2,9	Рабочее освещение электрощитовой, насосной, ИТП
Группа 14	1,31	6,2	Лифтовая шахта, раб. осв. маш. отд. лифта секция 4
Группа 15	1,08	4,9	Розетки для ремонтных работ, секция 4

На каждом ВРУ присутствуют потребители, которые обеспечивают технические системы на объекте, они обозначаются СРП, сведения об электроприборах, подача питания на которые осуществляется через эти панели, представлены в таблицах 6 и 7:

Таблица 6 – Потребители СРП 2 в 1 ВРУ

Рн, кВт	Ток In, А	Название
1	6	Сиситема очистки ствола мусоропровода КОМ в секции 1
1	6	Сиситема очистки ствола мусоропровода КОМ в секции 2
0,075	0,49	Вытяжная система ВЗ (электрощитовая 1 секция)

Таблица 7 – Потребители СРП 4 во 2 ВРУ

Рн, кВт	Ток In, А	Название	
1	6	Сиситема очистки ствола мусоропровода КОМ в секции 1	
1	6	Сиситема очистки ствола мусоропровода КОМ в секции 2	
0,075	0,49	Вытяжная система В4(электрощитовая 3 секция)	
0,6	4,2	Дренажный насос (насосная 4 секция)	
0,6	4,2	Дренажный насос (ИТП 3 секция)	
0,6	4,2	Дренажный насос (ИТП 3 секция)	
0,75	1,8	Насосная установка	рабочий
0,75	1,8		рабочий
0,75	1,8		рабочий
0,75	1,8		резервный
0,075	0,49	Вытяжная система В7(ИТП 3 секция)	
0,075	0,49	Вытяжная система В8(ИТП 3 секция)	
0,075	0,49	Вытяжная система В9(насосная 4 секция)	

Потребители, которые относятся к I категории надежности электроснабжения, имеются на каждом ВРУ. Их электроснабжение реализовано с применением АВР, сведения о них имеются в таблицах 8 и 9:

Таблица 8 – Потребители I категории на 1 ВРУ

Рн, кВт	Ток In, А	Название
13	25	Лифт в секции 1
13	25	Лифт в секции 2
0,984	1,55	Панель аварийного освещения
0,075	0,49	Вытяжная система(маш. пом. лифта 1)
0,075	0,49	Вытяжная система(маш. пом. лифта 2)
2,9	6	Подъемная платформа для инвалидов(с1)
2,9	6	Подъемная платформа для инвалидов(с2)

Таблица 9 – Потребители I категории на 2 ВРУ

Рн, кВт	Ток In, А	Название
13	25	Лифт в секции 3
13	25	Лифт в секции 4
1,7	2,7	Панель аварийного освещения
0,075	0,49	Вытяжная система(маш. пом. лифта 3)
0,075	0,49	Вытяжная система(маш. пом. лифта 4)
2,9	6	Подъемная платформа для инвалидов(с3)
2,9	6	Подъемная платформа для инвалидов(с4)

Информация об электрооборудовании, которое относится к аварийному освещению на 1 ВРУ и 2 ВРУ содержится в таблицах 10-11 соответственно:

Таблица 10 – Аварийное освещение приборами I категории на 1 ВРУ

	Рн, кВт	Ток In, А	Название
Группа 23	0,242	0,26	Промежуточные площадки
Группа 24	0,198	0,98	Аварийное освещение лифтовых холлов
Группа 25	0,1	0,5	Электрощитовая
Группа 26	0,2	0,9	Аварийное освещение машинных помещений лифтов
Группа 27	0,144	0,71	Входы в подъезды и мусорокамеры
Группа 28	0,1	0,5	Милицейский фонарь

Таблица 11 – Аварийное освещение приборами I категории на 2 ВРУ

	Рн, кВт	Ток In, А	Название
Группа 23	0,242	0,26	Промежуточные площадки
Группа 24	0,198	0,98	Аварийное освещение лифтовых холлов
Группа 25	0,4	1,8	Электрощитовая, насосная, ИТП
Группа 26	0,2	0,9	Аварийное освещение машинных помещений лифтов
Группа 27	0,66	3,1	Входы в подъезды и мусорокамеры

3 Выбор мощности силовых трансформаторов

Расчетная нагрузка объекта электроснабжения, количество часов потребления электроэнергии при максимальной загрузке, допустимая перегрузка трансформаторов – это ключевые аспекты в решении вопроса выбора мощности силовых трансформаторов.

На проектируемом объекте присутствуют потребители I и II категорий надежности электроснабжения, поэтому требуется применение схемы электроснабжения с двумя трансформаторами.

При нормальных условиях мощность трансформаторов должна обеспечивать питание всех электроприемников в нормальных условиях. Выбор мощности силовых трансформаторов должен также обеспечивать наиболее целесообразный режим работы и обеспечивать резервную схему питания объекта при выходе из строя второго трансформатора, при этом следует также учитывать создание таких условий загрузки трансформатора, чтобы при нормальных условиях работы его нагрузка была оптимальной и не оказывала пагубное воздействие на срок его службы.

Требуемый уровень надежности электроснабжения достигается одновременным независимым использованием двух силовых трансформаторов, установленных на подстанции.

Допустимые нагрузки, аварийные и систематические перегрузки будут оказывать непосредственное влияние на определение нагрузочной способности трансформатора. Расчет этой величины строится на данных о тепловом износе защитной изоляции трансформатора. Пренебрежение величиной нагрузочной способности трансформатора ведет к необоснованному завышению номинальной мощности трансформатора и дальнейшим экономическим потерям.

Полная расчётная мощность составляет $S_p=319\text{kVA} \cos\varphi=0.92$.

В рассматриваемом жилом квартале располагается районная трансформаторная распределительная подстанция от нее осуществляется

энергообеспечение жилого объекта, рассматриваемого нами, а также объекта гражданского строительства, подобных рассматриваемому.

Это позволяет нам принять для дальнейших расчетов, что полная расчетная мощность квартала составит $S_{р кв.}=1276$ кВА

При преобладании потребителей II категории надежности на трансформаторной подстанции принимается к сооружению схема с двумя силовыми трансформаторами, номинальная мощность которых должна составлять 0,7 от расчетного максимума нагрузки. При соблюдении данных условий можно обеспечить надежную схему электроснабжения, потому что в случае аварийного отключения второго трансформатора можно поддерживать работу подстанции на одном трансформаторе за счет перегрузки второго трансформатора в 1,4 раза.

Для определения мощности трансформатора воспользуемся формулой:

$$S_{ном.тр} = \frac{S_p}{n \cdot K_3},$$

где S_p – полная расчетная мощность, кВА;

коэффициент загрузки трансформатора – $K_3=0,7$;

число трансформаторов – $n=2$.

$$S_{ном.тр} = \frac{1276}{2 \cdot 0,7} = 911,43.$$

По каталогу и шкале мощности силовых трансформаторов выбираем трансформатор на 1000кВА.

Осуществим проверку работоспособности в аварийном режиме:

$$1,4 \cdot S_{ном.тр} \geq S_{р кв.}.$$

$$1,4 \cdot 1000 = 1400 \text{ кВА} \geq 1276 \text{ кВА.}$$

Выбранный класс мощности трансформатора подходит заданным условиям, поэтому выбираем трансформатор данного класса мощности, а именно ТМГ-1000-6/0,4кВ.

Основные технические характеристики по каталогу ТМГ-1000-6/0,4кВ:

Номинальная мощность трансформаторов $S_H = 1000$ кВА.

Номинальное напряжение первичное $U_{BH} = 6$ кВ.

Номинальное напряжение вторичное $U_{HH} = 0,4$ кВ.

Схема соединения обмоток Δ/Y_H-11 .

Потери холостого хода $\Delta P_{xx} = 1,6$ кВт.

Мощность потерь короткого замыкания $P_{кз} = 10,8$ кВт.

Напряжение короткого замыкания $U_{кз} = 5,5\%$.

Потери напряжения во вторичных обмотках силовых трансформаторах определяют:

$$\Delta U_m = \beta \cdot (U_{ка} \cdot \cos\varphi + U_{кр} \cdot \sin\varphi),$$

где β – коэффициент загрузки трансформатора:

$$\beta = \frac{S_p}{S_{ном.тр}}.$$

$U_{ка}$, $U_{кр}$ – активная и индуктивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора:

$$U_{ка} = \frac{P_{кз}}{S_{ном.тр}} \cdot 100.$$

$$U_{кр} = \sqrt{U_{кз}^2 + U_{ка}^2}.$$

Отсюда:

$$\beta = \frac{1276}{1000} = 1,28.$$

$$U_{ка} = \frac{10,8}{1000} \cdot 100 = 1,08\%.$$

$$U_{кр} = \sqrt{5,5^2 + 1,08^2} = 5,6\%.$$

$$\Delta U_m = 1,23 \cdot (1,08 \cdot 0,91 + 5,6 \cdot 0,41) = 4,03\%.$$

4 Расчет токов короткого замыкания

Для осуществления расчета, предназначение которого кроется в рациональном выборе коммутационной аппаратуры, шинопроводов, кабелей и другого электрооборудования, а также проверки чувствительности защит.

Основные технические характеристики ТМГ-1000-6/0,4кВ:

Номинальная мощность трансформаторов $S_{ном.тр}=1000\text{кВА}$;

Номинальное напряжение первичное $U_{вн}=6\text{кВ}$;

Номинальное напряжение вторичное $U_{нн}=0,4\text{кВ}$;

Схема соединения обмоток Δ/Y_n-11 ;

Потери холостого хода $\Delta P_{xx}=1,6\text{кВт}$;

Мощность потерь короткого замыкания $P_{кз}=10,8\text{кВт}$;

Напряжение короткого замыкания $U_{кз}=5,5\%$;

Шинопровод ШМА68П.

Расчет токов короткого замыкания(КЗ) производится создание схемы замещения электроснабжения. На схеме отражены самые вероятные точки КЗ. Схема приведена на рисунке 5.1.

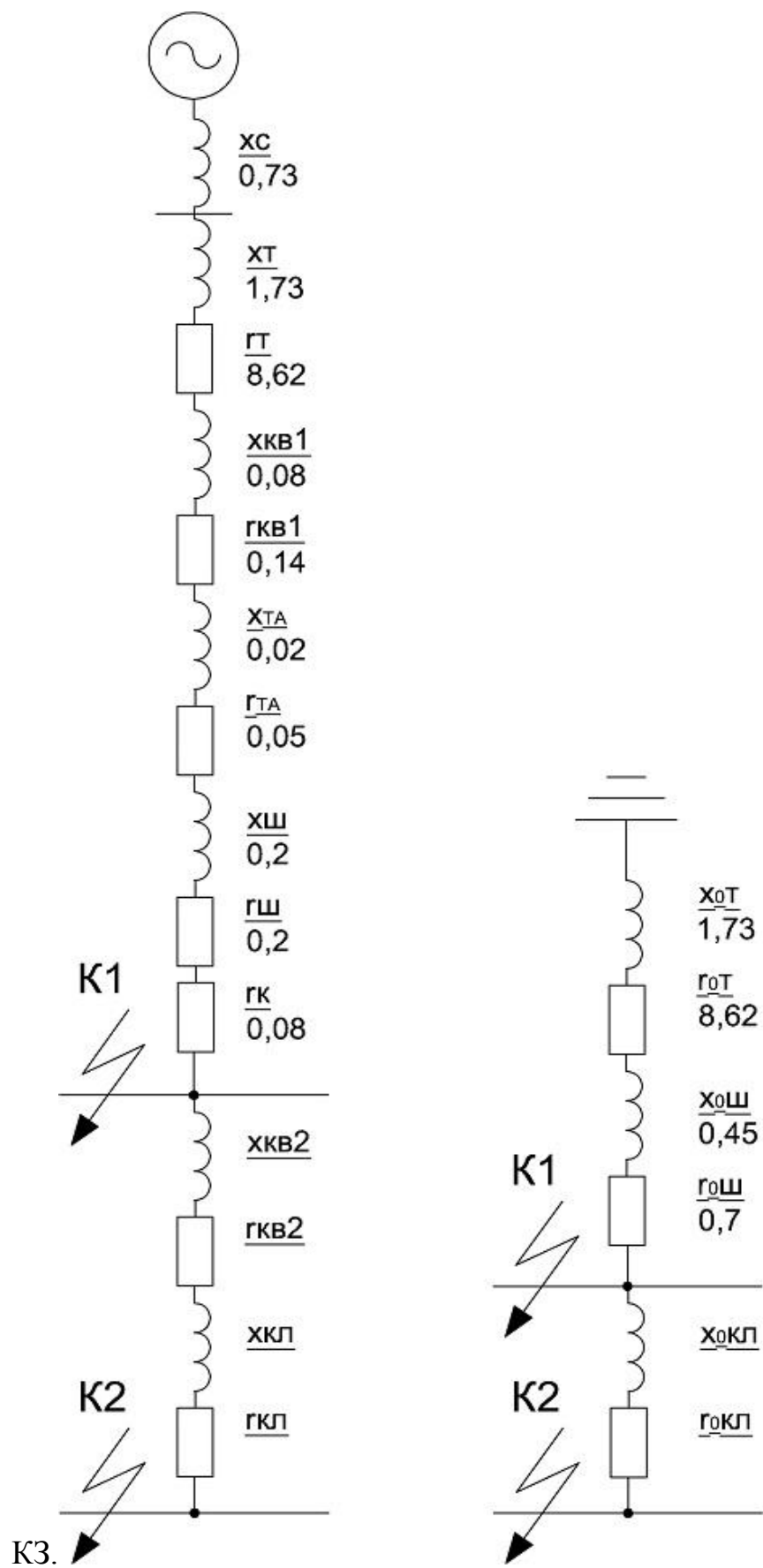


Рисунок 4.1 – Схема замещения электросети

Сопротивление системы учитывается эквивалентным индуктивным сопротивлением в схеме замещения прямой последовательности по формуле:

$$x_c = \frac{U_{cpHH}^2}{\sqrt{3} \cdot I_{откл.ном} \cdot U_{cpBH}},$$

где $U_{cp.HH}$ – среднее номинальное напряжение сети, подключенной к обмотке низшего напряжения трансформатора, В;

$U_{cp.BH}$ – среднее номинальное напряжение сети, к которой подключена обмотка высшего напряжения трансформатора, В;

$I_{откл.ном}$ – номинальный ток отключения выключателя, установленного на стороне высшего напряжения понижающего трансформатора цепи, кА.

$$x_c = \frac{400^2}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 1000} = 4,6 \text{ мОм.}$$

Расчет активной и индуктивной составляющих сопротивления прямой последовательности понижающих трансформаторов (гт, хт) в миллиомах, в дальнейшем приведенных к ступени низшего напряжения сети, производят по формулам:

$$r_m = \frac{P_k U_{HH}^2}{S_{ном.тр}^2} \cdot 10^6,$$

$$x_m = \sqrt{U_{кз}^2 - \left(\frac{100P_{кз}}{S_{ном.тр}}\right)^2} \cdot \frac{U_{HH}^2}{S_{ном.тр}} \cdot 10^4,$$

где $S_{ном.тр}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА;

$P_{кз}$ – потери короткого замыкания в трансформаторе (по паспортным данным завода-изготовителя), кВт;

$U_{\text{нн}}$ – номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора, кВ;

$U_{\text{кз}}$ – напряжение короткого замыкания трансформатора (по паспортным данным завода изготовителя), %.

Тогда:

$$r_m = \frac{10,8 \cdot 0,4^2}{1000^2} \cdot 10^6 = 1,73 \text{ мОм.}$$

$$x_m = \sqrt{5,5^2 + \left(\frac{100 \cdot 10,8}{1000}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{1000} \cdot 10^4 = 8,62 \text{ мОм.}$$

Величины активного и индуктивного сопротивления нулевой последовательности понижающих трансформаторов с соединением обмоток «звезда-треугольник» приравниваем к величинам активного и индуктивного сопротивлений прямой последовательности:

$$r_{\text{от}} = 1,73 \text{ мОм,}$$

$$x_{\text{от}} = 8,62 \text{ мОм.}$$

Автоматический выключатель:

$$\text{QF1: } r_{\text{кв}} = 0,14 \text{ мОм; } x_{\text{кв}} = 0,08 \text{ мОм.}$$

Сопротивления первичных обмоток многовитковых трансформаторов тока:

$$\text{ТА1, ТА2, ТА3: } r_{\text{ТА}} = 0,05 \text{ мОм; } x_{\text{ТА}} = 0,02 \text{ мОм.}$$

Активное и индуктивное сопротивления шинпровода:

$$r_{\text{ш}} = 0,020 \times 10 = 0,2 \text{ мОм; } x_{\text{ш}} = 0,02 \times 10 = 0,2 \text{ мОм.}$$

Активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности фазы шинпровода принимаем:

$$r_{0\text{ш}} = 0,07 \times 10 = 0,7 \text{ мОм/м;}$$

$$x_{0\text{ш}} = 0,045 \times 10 = 0,45 \text{ мОм/м.}$$

Активное сопротивление болтовых контактных соединений:

$$r_{\text{к}} = 0,002 \times 4 = 0,008 \text{ мОм.}$$

Автоматический выключатель:

QF2: $r_{кв}=0,65\text{МОм}$; $x_{кв}=0,17\text{МОм}$.

Начальное действующее значение периодической составляющей трехфазного тока короткого замыкания рассчитывается по формуле:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_{ср.ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{r_1^2 + x_1^2}}.$$

В точке К1 начальное действующее значение периодической составляющей трехфазного тока КЗ:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,2^2 + 9,65^2}} = 23,36 \text{ кА}.$$

Для осуществления расчетов значения периодической составляющей тока однофазного КЗ от системы используют формулу:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{ср.нн}}{\sqrt{(2r_1 + r_0)^2 + (2x_1 + x_0)^2}}.$$

Точка К1, значение периодической составляющей тока однофазного КЗ:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{\sqrt{(2 \cdot 2,2 + 2,43)^2 + (2 \cdot 9,65 + 9,07)^2}} = 23,69 \text{ кА}.$$

Для определения значения ударного тока КЗ применим формулу:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot I_{кз}^{(3)} \cdot K_{y\partial},$$

где $K_{уд}$ – ударный коэффициент, связанный с отношением активного и индуктивного сопротивления в точке КЗ:

$$K_{уд} = \int \left(\frac{r_k}{x_k} \right).$$

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 23,36 \cdot 1,47 = 48,56 \text{ кА.}$$

Точка К2, начальное действующее значение периодической составляющей трехфазного тока короткого замыкания:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,05^2 + 11,82^2}} = 12,58 \text{ кА.}$$

Точка К2, значение периодической составляющей тока однофазного КЗ:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{\sqrt{(2 \cdot 14,05 + 71,03)^2 + (2 \cdot 11,82 + 35,04)^2}} = 6,01 \text{ кА.}$$

5 Выбор электрооборудования

5.1 Выбор сечения шинпровода

Опираясь на условия выбора сечения шинпровода по величине допустимого нагрева длительно протекающим максимальным током нагрузки должно выполняться условие, при котором максимальный расчетный ток будет меньше или равен по величине номинальному току шинпровода.

Проверим на соответствие заданным условиям магистральный шинпровод ШМА68П:

$$I_p \leq I_n.$$

$$1924,3 \text{ A} \leq 2500 \text{ A}.$$

Выбранный шинпровод удовлетворяет условию.

Потери напряжения в шинпроводах определяют по формуле:

$$\Delta U_{III} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_p \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi)}{U_{ном}},$$

где I_p – расчетный ток нагрузки для кабельных линий, А;

L – длина линий от источника питания до места приложения нагрузки, км;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение сети, В;

x_0 – удельное активное сопротивление в шинпроводе, Ом/км;

r_0 – удельное реактивное сопротивление в шинпроводе, Ом/км.

Отсюда:

$$\Delta U_{III} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 1924,3 \cdot 0,01 \cdot (0,07 \cdot 0,92 + 0,045 \cdot 0,41)}{400} = 0,69\%.$$

5.2 Выбор схемы электроснабжения

Потребители I и II категорий присутствующие на объекте влекут за собой обязательное наличие схемы электропитания, при которой в случае аварийной ситуации при выходе одного из питающих силовых трансформатора из строя, будет продолжена работа электрооборудования с использованием питания от второго силового трансформатора.

При проектировании электроснабжения объекта с преобладанием потребителей I и II категорий применяется радиальная схема питания. Ее отличительная особенность - высокая надежность, а недостатком является возможность прекращения подачи электроэнергии при аварийном отключении питающей линии, но этот недостаток компенсируется внедрением резервной схемы электроснабжения.

Трасса кабельной линии от подстанции до объекта выбирается с учетом наименьшей ее длины, а также сохранения от коррозии, вибраций и повреждений механического типа питающего кабеля. Прокладка кабельной линии осуществляется с использованием алюминиевого четырехжильного кабеля, с фазной бумажной изоляцией, пропитанной вязким изоляционным пропиточным составом, с заполнением бумажными жгутами и последующей поясной бумажной изоляцией, пропитанной вязким изолирующим составом, затянутых в свинцовую оболочку, бронированного стальными лентами, с наружным защитным покровом из волокнистых материалов марки АСБУ. Металлическая оболочка кабелей обладает необходимой стойкостью к механическим воздействиям, а также стойкостью к тепловым и механическим воздействиям при эксплуатационно-ремонтных работах. Бронированные кабели, а также кабельные конструкции, на которых прокладывается кабель должны быть заземлены или занулены в соответствии с требованиями приведенными в гл. 1.7 ПУЭ[1].

5.3 Выбор сечений питающих кабелей

Для определения требуемого сечения питающего кабеля учитывают следующие показатели: допустимый нагрев кабеля с учетом аварийного режима работы и отклонений напряжения сети. Любые проводники должны подходить требованиям по величине допустимого нагрева, в случае нормальных и послеаварийных режимов работы. Выбор сечения питающего кабеля осуществляется с учетом характеристики нагрева кабеля при условии передачи всей нагрузки по одному вводу.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) регламентируют длительно допустимые токовые нагрузки для кабелей исходя из конструкции, класса напряжения при котором они применяются, материала и сечения токоведущей части, а также условия монтажа линии.

С соответствии с ПУЭ, длительно допустимая токовая нагрузка для одиночных кабелей, проложенных в трубах (в земле), такая же, как и для кабелей, проложенных в воздухе, с учетом поправочного коэффициента на температуру почвы. При смешанной прокладке в земле (без труб и в трубах) допустимые токовые нагрузки принимают для участка трассы с наихудшими тепловыми условиями, если длина его более 10 метров. При прокладке нескольких кабелей в траншее длительно допустимые токовые нагрузки уменьшают, вводя поправочные коэффициенты.

Условие, которое должно выполняться при проверке сечения кабеля по допустимому нагреву:

$$I_p \leq 0,92 \cdot I_d \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где I_p – максимальный расчетный ток нагрузки, А;

I_d – длительно допустимый ток, А;

0,92 – поправочный коэффициент для четырехжильных кабелей;

K_1 —поправочные коэффициенты на токи для кабелей, в зависимости от температуры земли и воздуха. Согласно таблице 1.3.3 ПУЭ определяем $K_1=1,09$.

K_2 — поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах или без труб);

K_3 — поправочный коэффициент на допустимый длительный ток для кабелей, проложенных в земле, в зависимости от удельного сопротивления земли. В районе прокладки кабеля песчанно-глинистая почва (суглинок) влажностью более 1%. Согласно таблице 1.3.23 ПУЭ определяем $K_3=1,05$.

Отсюда, пропускная способность питающей кабельной линии от РУ 6/0,4кВ до ввода 1 ВРУ 1 многоквартирного жилого дома, проложенной с использованием кабеля АСБУ 4х120мм:

$$I_{кл.д} = 0,92 \cdot 1 \cdot 200 \cdot 1,09 \cdot 0,82 \cdot 1,05 = 172,68 \text{ А.}$$

Для одобрения выбранного сечения кабеля требуется соблюдение условия:

$$I_p \leq I_{кл.д}.$$

$$148,9 \text{ А} \leq 172,6 \text{ А.}$$

Условие выполнено.

Пропускная способность питающей кабельной линии от РУ 6/0,4кВ до ввода 2 ВРУ 1 многоквартирного жилого дома, проложенной с использованием кабеля АСБУ 4х120мм:

$$I_{кл.д} = 0,92 \cdot 1 \cdot 200 \cdot 1,09 \cdot 0,82 \cdot 1,05 = 172,68 \text{ А};$$

Для одобрения выбранного сечения кабеля требуется соблюдение условия:

$$I_p \leq I_{кл.д}.$$

$$114,5 \text{ A} \leq 172,6 \text{ A}.$$

Условие выполнено.

Пропускная способность питающей кабельной линии от РУ 6/0,4кВ до ввода 1 ВРУ 2 многоквартирного жилого дома, проложенной с использованием кабеля АСБУ 4х150мм:

$$I_{кл.д} = 0,92 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 1,09 \cdot 0,82 \cdot 1,05 = 202,9 \text{ A}.$$

Для одобрения выбранного сечения кабеля требуется соблюдение условия:

$$I_p \leq I_{кл.д}.$$

$$149,2 \text{ A} \leq 202,9 \text{ A}.$$

Условие выполнено.

Пропускная способность питающей кабельной линии от РУ 6/0,4кВ до ввода 2 ВРУ 2 многоквартирного жилого дома, проложенной с использованием кабеля АСБУ 4х150мм:

$$I_{кл.д} = 0,92 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 1,09 \cdot 0,82 \cdot 1,05 = 202,9 \text{ A};$$

Для одобрения выбранного сечения кабеля требуется соблюдение условия:

$$I_p \leq I_{кл.д}.$$

$$136,8 \text{ A} \leq 202,9 \text{ A}.$$

Условие выполнено.

Таким образом, принимаем кабельные линии 0,4кВ:

– направлением ТП-578 6/0,4кВ – Ввод 1 1ВРУ, линия с кабелем АСБУ 4х120-1

– направлением ТП-578 6/0,4кВ – Ввод 1 2ВРУ, линия с кабелем АСБУ 4х150-1

– направлением ТП-578 6/0,4кВ – Ввод 2 1ВРУ, линия с кабелем АСБУ 4х120-1

– направлением ТП-578 6/0,4кВ – Ввод 2 2ВРУ, линия с кабелем АСБУ 4х150-1

Питающие и распределительные силовые сети, а также питающие и групповые сети освещения предусматривают исполнение кабелями и проводами с медными жилами:

– По техподполью- кабелем марки ВВГнг-LS открыто в лотках по кабельным конструкциям, а также по стенам и перекрытиям с креплением накладными скобами.

– Горизонтальные участки, а также вертикальные участки питающих линий до аппаратов отключения стояков этажных щитков выполнены 5-ти жильным кабелем марки ВВГнг-LS, после аппаратов отключения одножильными кабелями той же марки.

– Вертикальные участки групповых сетей рабочего освещения лестничных клеток, лифтовых холлов, поэтажных и межквартирных коридоров, мусороприемников выполнены с применением кабеля марки ВВГнг-LS в ПВХ трубах, замоноличенных со строительными сооружениями.

– Групповые осветительные сети квартир с использованием кабеля марки ВВГнг-LS, проложенным скрыто в ПВХ трубах в каналах стеновых панелей, и в каналах панелей пола вышележащего этажа.

– Групповые розеточные сети квартир выполняются с применением провода марки ПВ1, проложенного в ПВХ трубах в бетонной заливной подготовке пола.

– Питание лифта осуществлено кабелем марки ВВГнг-LS проложенного в стальной трубке

– Групповая сеть освещения технического этажа запитана с применением кабеля марки ВВГнг-LS, закрепленного накладными скобами открыто на стенах и перекрытиях.

– Групповая сеть освещения машинных залов лифтовых установок, помещения электрощитовой, теплового пункта объекта, помещения насосной обеспечена электропитанием с помощью кабелей марки ВВГнг-LS, закрепленных накладными скобами открыто на стенах и перекрытиях.

– Групповая сеть освещения путей эвакуации осуществлена с применением кабелей марки ВВГнг-FRLS.

5.4 Проверка правильности выбора защитной аппаратуры

Условие необходимое для успешного прохождения проверки по отключающей способности для автоматических выключателей:

$$I_0 \geq I_k^{(3)},$$

где I_0 – отключающая способность аппарата защиты, кА;

$I_k^{(3)}$ – ток трехфазного КЗ на выходе аппарата защиты, кА.

Условие необходимое для успешного прохождения проверки по чувствительности действия защит расцепителей для автоматических выключателей:

$$\frac{I_k^{(1)}}{I_{нр}} \geq 1,25,$$

где $I_k^{(1)}$ – ток однофазного КЗ на выходе аппарата защиты, кА;

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя, кА.

Автоматический выключатель ВА 50-45 Про П с МРТ-45 Про 3200А
 $I_n \cdot 0,98 = 3136\text{А}$; $I_{нр} \cdot 1,5 = 4704\text{А}$; $I_0 = 48\text{кА}$.

$$48\text{кА} \geq 23,36\text{кА}.$$

$$\frac{23690}{4704} = 5,03 \geq 1,25.$$

Условия выполняются.

5.5 Распределительные сети многоквартирного жилого дома

Проектом предусмотрено размещение распределительных щитов в двух электрощитовых, расположенных в подвальных помещениях по каждому крылу жилого дома.

Распределение электроэнергии и защита вводных устройств на каждом этаже предусмотрена в совмещенных этажных щитках(ЩРЭ) с клеммниками защитного заземления. Согласно норм ПУЭ щитки монтируются таким образом, что их верхняя граница не должна быть выше двух метров от уровня пола.

Квартирный щиток (ЩК) навесного типа на 5 автоматических выключателей устанавливается в каждой квартире. В его составе монтируется 4 автоматических выключателя на 16А/220В и 1 автоматический выключатель на 40А/220В. Розетки установленные в санузлах используется УЗО-30ма/220В.

Монтаж розеток и выключателей в квартирах производится:

- Выключатели – 0,9м.
- Штепсельные розетки в комнатах – 0,3м.
- Штепсельные розетки в санузлах, на кухне – 1,1м.

Схема распределительных сетей на примере квартиры приведена на рисунке 5.1.

Квартиры Pp=10кВ

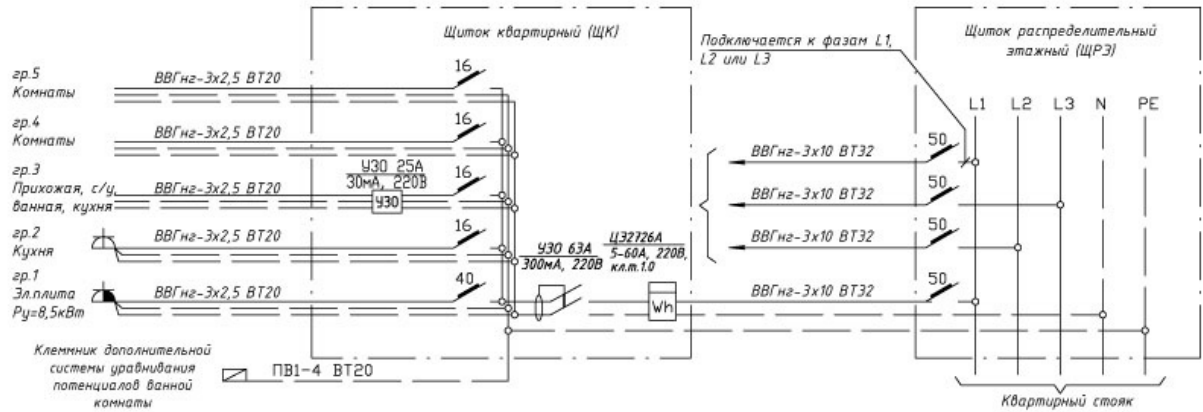


Рисунок 5.1 – Схема распределительных сетей

Сводная ведомость нагрузок по квартире (пример) приведена в таблице

12.

Таблица 12 – Сводная ведомость нагрузок

№	Электроприемники	Устан. мощн. P_y , кВт	Коэфф. спроса K_c	$\cos \varphi_i$	$Tg \varphi_i$	Активная P_p , кВт	Реактив- ная Q , кВАр	Полная S , кВА	I расч., А
Расчет электрических нагрузок ЦК									
Гр-1	Электроплита.	8,5	0,8	0,98	0,2	6,8	1,38	6,94	31,54
Гр-2	Быт. техника кухня.	3	0,6	0,95	0,33	1,8	0,59	1,89	8,61
Гр-3	Розетки, быт. освещение, прихожая, с/у, кухня.	0,68	0,6	0,95	0,33	0,41	0,13	0,43	1,95
Гр-4	Комната.	0,88	0,6	0,95	0,33	0,53	0,17	0,56	2,53
Гр-5	Комната.	0,76	0,6	0,95	0,33	0,46	0,15	0,48	2,18

5.6 Электроосвещение

Система равномерного общего искусственного освещения выполняется в помещениях жилого дома, она включает в себя: эвакуационное, рабочее, аварийное освещение.

Монтаж эвакуационного освещения производится непосредственно на путях эвакуации жителей в случае чрезвычайной ситуации (пожар, стихийное бедствие).

Рабочее освещение монтируется во всех помещениях жилого дома.

Монтаж аварийного освещения производится в незадымляемых лестничных пролетах, коридорах на этажах, в помещениях индивидуального теплового пункта, электрощитовых, в холлах у лифтов, в вентиляционных камерах, в помещениях насосных установок и машинных отделений лифтов.

Наружное освещение объекта производится с применением автономной системы диспетчеризации, при выходе ее из строя с помощью пакетных выключателей. В системе управления наружным освещением применяются следующие алгоритмы: диспетчерское управление освещением, ручное управление, с помощью пакетных выключателей установленных в щитах наружного освещения, а также автоматическое управление, с использованием реле времени.

6 Мероприятия, связанные с оптимизацией расхода и учета электрической энергии

6.1 Мероприятия по снижению потерь электрической энергии в городских электрических сетях

Переход к рыночной системе управления энергосбыта влечет за собой увеличение потерь электроэнергии. Самые значительные негативные аспекты процесса обновления системы контроля:

- Ослабление контроля учета величины потребленной электроэнергии;
- ухудшение платежеспособности значительной части потребителей;
- возросший уровень хищений электроэнергии на всех уровнях;
- устаревшая схема построения энергоснабжающих сетей;
- неактуальные системы учета электроэнергии.

Каждый элемент сети, задействованный при передаче электроэнергии подразумевает под собой потери при прохождении мощности через него. Классификация потерь производится, опираясь на физическую природу и методику определения количественных показателей реальных потерь:

- Потери коммерческого характера, связанные с хищением электроэнергии, это проявляется в расхождениях фактически потребленной и оплаченной электроэнергии;
- потери технического характера связанные с погрешностями измерительных приборов, применяемых для контроля и учета электроэнергии;
- потери электроэнергии, используемой для собственных нужд распределительных трансформаторных подстанций, эти потери – вынужденная мера, обеспечивающая корректное и бесперебойное электроснабжение конечных потребителей;
- потери электроэнергии, обусловленные неотвратимыми физическими процессами, проходящими при передаче и распределении электроэнергии конечным потребителям и внутри распределительных сетей.

Минимизирование технологических расходов в сфере передачи и распределения электрической энергии и привести их к значениям технически обоснованных величин возможно осуществить только с применением актуальных методов математических расчетов.

Одно из главенствующих условий функционирования электросетей с минимальными технологическими потерями является рациональное построение, с грамотно выбранными точками деления в сетях замкнутого типа, рационального использования и компенсации активных и реактивных мощностей, перспектива внедрения и распространенного использования замкнутых и полужамкнутых сетей 0,4 кВ.

Величина потерь электрической энергии в системе разработанной с учетом выполнения условия рациональной схемы сооружения сети не должна превышать технологически обоснованной величины расхода электроэнергии при ее передаче и распределении как внутри сети, так и при передаче ее до конечных пользователей. В сетях где потери больше технологически обоснованных должны применяться меры по модернизации и приведение к системы к рациональной схеме, а также внедрение оптимального режима эксплуатации.

Успех процесса по снижению потерь электроэнергии может быть достигнут в результате действий, направленных на оптимизацию существующей сети, при этом это является главной целью организованных действий, так и отдельно сформированной программы мероприятий комплексного плана модернизации сети, опираясь на это, можно выделить следующие группы модернизационных и строительных мероприятий:

- совершенствование существующих пунктов учета электроэнергии, приводящиеся без дополнительных затрат, или с затратами на сооружение новых пунктов;
- технические, связанные реконструкцией, модернизацией и возведением новых сетей, с вложением в мероприятия капитальных затрат;

– мероприятия, направленные на оптимизацию режимов работы существующих сетей, она проводятся с малыми затратами или вообще без затрат.

Организационные мероприятия подразумевают под собой:

– расчет потребления, с соблюдением условия оптимальной выработки мощности силовых трансформаторов (коэффициент загрузки не менее 0,5), чтобы избежать потерь на холостой ход силового трансформатора;

– снижение не симметрии загруженности фаз силового трансформатора;

– минимизация времени нахождения линии в обесточенном состоянии при проведении плановых модернизационных и внеплановых аварийных работ.

Актуальные задачи, стоящие перед энергосбытовыми организациями в сетях 10(6) – 0,4 кВ:

– исполнения требований по качеству поставляемой электроэнергии согласно ГОСТ 13109-97;

– мероприятия по внедрению автоматической системы управления и увеличение количества телемеханических установок на подстанциях всех типов;

– при проведении модернизации линий использование коммутационных аппаратов актуального поколения, а также применение кабеля максимального сечения в сетях 0,4 – 10 кВ с целью исключения проблем связанных с пропускной способностью, при условии возрастающей величины производства и потребления электрической энергии в течение всего срока службы.

Меры, направленные на совершенствование процесса учета:

– использование приборов высокого класса точности (минимальные погрешности производимых измерений)

– исключение возможности несанкционированного доступа к клеммам приборов учета;

– развертывание регулярных мероприятий, направленных на выявление, устранение и предупреждение безучетного использования электрической энергии.

Одним из ключевых показателей экономичности электросети, эффективности ее деятельности является малая величина экономических потерь, которая равна или очень близка по своему значению величине технологически обоснованных потерь, в основе которых лежат физические явления, проявляющиеся при процессе передачи электрической энергии. Главное направление энергосбережения – минимизация потерь при производстве и передаче электрической энергии.

6.2 Автоматизированная система контроля, учета и управления электропотреблением

Масштабное использование телемеханических комплексов и электронно-вычислительных установок было обусловлено преследованием цели, главной задачей которой является достижение наибольшей эффективности работы электросетей, их надежности и качества поставляемой электроэнергии.

На данный момент, для корректного коммерческого учета отпускаемой электроэнергии, мощности и правильного расчета всех потребителей с учетом индивидуальных тарифных групп, определенных договорами со сбытовыми организациями, разрабатываемые для установки АСКУЭ приходится размещать у конечных потребителей.

У АСКУЭ присутствует следующая классификация:

– АСКУЭ коммерческого типа (расчетные) – применяются для установки непосредственно у потребителей, осуществляют контроль и учет потребляемой электроэнергии, данные с этих устройств используют для формирования счетов для оплаты, выставляемых потребителям;

– АСКУЭ технического типа (контрольные) – применяются для осуществления за состояние процесса поставки и транзита электроэнергии на линиях предприятия, производящего электроэнергию.

У АСКУЭ предусматривается собственное программное обеспечение, оно позволяет выполнять следующие функции:

– корректный расчет счетов за поставленную электроэнергию конечным потребителям, с учетом тарифных коэффициентов;

– составление графиков нагрузок и графиков пиков мощности для всех временных зон;

– удаленное считывание параметров сети в отдельной точке (данные по нагрузке, краткий или полный отчет произошедших событий, параметров электросети)

Обеспечение обмена информацией между разными уровнями в иерархии АСКУЭ производится с помощью:

– сеть RS485, монтаж осуществляется с помощью кабеля STP2-ST;

– разветвительный интерфейс RS485;

Принцип работы заключается в следующем алгоритме действий – данные с оптического выхода прибора учета проходят по распределительной сети и упорядоченно поступают в шкаф сбора информации, его монтаж осуществляется в ГРЩ.

Один из наиболее распространенных способов контроля с применением для считывания информации с системы переносного компьютера с преобразователем интерфейсов позволяет уверенно производить решение следующих задач:

– получение показаний, связанных с процессом поставки и потребления электроэнергии;

– осуществление технического и коммерческого учета энергетических ресурсов;

– осуществление удаленной диагностики цифровых приборов учета;

– данные по электрическим соединениям в контролируемой системе;

– обработка отчетов по учету электроэнергии и их хранение;

Исполнение ГОСТ Р50739-95 для протекции технической и программной части системы от несанкционированного доступа посторонних лиц необходимо провести следующий комплекс мероприятий:

– формирование нескольких уровней доступа для авторизованного в системе персонала с присвоением, каждому индивидуальных уровней доступа к хранящейся информации;

– ограничение на внесение изменений в конфигурацию сети, данная мера обеспечивается установлением пароля в аппаратно- программном устройстве коммерческого учета;

– фиксация событий, происходящих с защищенной информацией с указанием конкретного пользователя, осуществившего действие.

– использование пломбировки средств учета электроэнергии осуществляется с целью предотвращения доступа посторонних лиц к клеммной колодке устройства. Счетчики электрической энергии обеспечиваются двухуровневой методикой пломбировки:

Первый уровень выполнен с применением маркировки завода изготовителя или компании, осуществляющей поверку, на корпусе устройства.

Второй уровень выполнен с помощью размещения пломбы обслуживающей организации на защитной крышке контактной колодки.

Регламентирование по ПУЭ п.п. 1.5.13-1.5.26, согласно указанным пунктам все действующие учетные приборы должны иметь пломбировку с клеймом госповерителя (или уполномоченного им лица) и пломбу организации осуществляющей электроснабжение данного потребителя. На устанавливаемых вновь счетчиках должны присутствовать пломбы государственной поверки сроком давности не более 1 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной (бакалаврской) работы рассчитана и спроектирована система электроснабжения жилого многоквартирного дома, с целью создания надежной и энергоэффективной схемы электроснабжения.

Производя пред проектный анализ места расположения объекта и наличие питающих подстанций поблизости, была выбрана двухтрансформаторная районная подстанция которая обеспечивает объект электроэнергией, обеспечивая при этом 2 класс надежности электроснабжения,

Спроектированная система электроснабжения 9-этажного жилого дома имеет следующую структуру: электроснабжение жилого дома осуществляется по взаиморезервируемым кабельным линиям от трансформаторной подстанции 10/0,4кВ.

Осуществлена проверка и подбор кабеля на основании потерь напряжения в кабельных линиях и длительно допустимого тока в нормальном и аварийном режимах.

Рассчитаны токи короткого замыкания и подобраны аппараты защиты, которые обеспечивают надежную защиту электроприборов, находящихся в жилых помещениях собственников жилья, и электрооборудования находящегося в местах общего пользования жилого объекта(освещение холлов, вестибюлей), а также лифтового оборудования.

Проработана схема типового энергоснабжения индивидуальных жилых помещений с указанием групп распределения аппаратов в внутриквартирном щитке, для создания схемы, осуществляющей селективную работу

Рассмотрен вопрос о современных методах энергосбережения, а также контроля, учета и управления энергопотреблением, позволяющих производить интеллектуальную работу освещения и электропотребления с максимальными показателями энергоэффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила устройства электроустановок. М: Энергоатомиздат, 2015. 330 С.
2. СП 31-110-2003 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа». М.: ЦНИИПромзданий, 2015. 78 с.
3. РД 34.20.178 Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ сельскохозяйственного назначения. М.: ЦНИИПромзданий, 2015. 108 с.
4. Неклепаев Б.Н. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. Москва: НЦ ЭНАС, 2001. 163 С.
5. ГОСТ Р 52736-2007 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания. М.: Стандартинформ, 2019. 44 с.
6. Номенклатурный каталог. Тольяттинский трансформатор. [Электронный ресурс] URL: http://toltrans.nt-rt.ru/images/showcase/catalogue_toltrans.pdf Дата обращения 20.04.2019.
7. Энергомера. Каталог продукции продукции [Электронный ресурс] <http://www.energomera.ru/ru/products/meters/ce303s31> Дата обращения 20.04.2019.
8. Сп 256.1325800.2016 Электроустановки жилых зданий правила проектирования и монтажа. 2016г.
9. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
10. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий. Юрий Дмитриевич Сибикин Издательский центр «Академия» 2006 368с.
11. Козлов В. А. Билик Н. И. Файбисович Д. Л. Справочник по проектированию систем электроснабжения городов. Санкт-Петербург: Энергия, 2013. 271 с.

12. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012 – 480 с.

13. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. 214 с

14. СП 31-110-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. М.: Госстрой РФ, 2003.

15. Щербаков Е.Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях. Учебное пособие / Е.Ф. Щербаков Москва: Форум, 2014.

16. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Учебник / Т.В. Анчарова М.А. Рашевская Е.Д. Стебунова Москва: Форум, 2014.

17. Гвоздев, С.М. Энергоэффективное электрическое освещение. Учебное пособие / С.М. Гвоздев Д.И. Панфилов Т.К. Романова М.: Издательский дом МЭИ, 2013.

18. Кудрин Б.И. Электроснабжение: Учебник / Б.И. Кудрин М.: Academia, 2015.

19. Старшинов, В.А. Электрическая часть электростанций и подстанций. Учебное пособие / В.А. Старшинов М.В. Пираторов М.А. Козина. М.: Издательский дом МЭИ, 2015.

20. Хорольский В.Я. Прикладные методы для решения задач электроэнергетики. Учебное пособие / В.Я. Хорольский Москва: Форум, 2015.

21. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин Москва: Форум, 2015.

22. Соколов Б.А. Монтаж электрических установок/ Б.А. Соколов Н.Б. Соколова. М.: Энергоатомиздат. 2012.

23. Кудрин Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы. Учебное пособие для вузов / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина М.: Издательский дом МЭИ, 2013.

24. Шведов Г.В. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение. Учебное пособие / Г.В. Шведов О.В. Скрипачева О.В. Савченко М.: Издательский дом МЭИ, 2013.

25. Вахнина В.В. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования / В.В. Вахнина А.Н. Черненко. - Тольятти: ТГУ, 2007

26. Yip H.T. Dynamic thermal rating and active control for improved distribution network utilisation / H. T. Yip // Developments in Power System Protection (DPSP 2010). Managing the Change, 10th IET International Conference on, Manchester, 2010, pp. 1-5.

27. Funnell I. R. Aspects of thermal monitoring of substation equipment / I. R. Funnell // Developments Towards Complete Monitoring and In-Service Testing of Transmission and Distribution Plant, IEE Colloquium on, Chester, 1990, pp. 2/1-2/2.

28. Moongilan D. Corona noise considerations for smart grid wireless communication and control network planning / D. Moongilan // Electromagnetic Compatibility (EMC), 2012 IEEE International Symposium on, Pittsburgh, PA, 2012, pp. 357-362.

29. Ocana C. Regulatory Reform in the Electricity Supply Industry: An Overview: working papers / C. Ocana; International Energy Agency, Energy Diversification Division. [S.l.]: IEA, 2002. 36 p

30. Tan Z. Day-Ahead Electricity Price Forecasting Using Wavelet Transform Combined With Arima And Garch Models / Z. Tan, J. Zhang, J. Xu, J.Wang // Applied Energy. 2010. T. 87. No 11. P. 3606–3610.