

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: «Проектирование системы электроснабжения многоквартирного дома».

Студент

А.С. Басов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.Л. Спиридонов

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

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

В данной квалификационной работе проведен анализ и расчет электрических нагрузок многоквартирного дома. Выпускная работа состоит из пояснительной записки на 67 страницах, введения, восьми глав, включающих 10 рисунков и 9 таблицы, списка из 44 источников литературы, в том числе 5 источников на иностранном языке и графической части на 5 листах.

Ключевым вопросом выпускной работы является выбор схемы внешнего электроснабжения, выбор источника питания.

В предоставленной работе разрабатывается система электроснабжения жилого здания, производится полный анализ и расчет электрических нагрузок, питающих сетей, выбор коммутационной аппаратуры, светотехнический расчет. Электрооборудование девятиэтажного жилого дома выполнено в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок, СП 31-110-2003, СНиП 23-05-95, СНиП 21-02-99, СанПиН 2211211276-03, ГОСТ Р50571-1-15

Основная цель данной работы заключается в реформировании и улучшения электрического снабжения дома, взятого для исследования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Общие сведения об объекте проектирования	7
1.1 Характеристика потребителей многоквартирного дома.....	7
1.2 Технические решения при проектировании системы электроснабжения многоквартирного дома.....	7
2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок многоквартирного дома	9
2.1 Расчет ожидаемой бытовой нагрузки	9
2.2 Расчет системы освещения Выбор осветительного оборудования для мест общего пользования.....	15
3 Выбор схемы внешнего электроснабжения, выбор источника питания	24
4 Выбор внутридомовой схемы электроснабжения	31
5 Расчет токов короткого замыкания	32
6 Расчет и выбор электрооборудования, проводников и способа их прокладки	33
6.1 Выбор марки и сечения проводов	33
6.2 Выбор автоматического выключателя.....	34
6.3 Выбор щитового оборудования	35
6.4 Спецификация основного оборудования.....	37
7 Система заземления и молниезащиты.	41
7.1 Расчет защитного заземления	41
7.2 Мероприятия по уравниванию потенциала.....	47
8 Расчет молниезащиты.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ А Спецификация электрооборудования жилого девятиэтажного дома	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Технические характеристики светильника TN LED 100 4000К.....	65

ПРИЛОЖЕНИЕ В Технические характеристики светильника РЛІ-09-840лм-9Вт-АС12В-А.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Расчет сечения проводников осветительной сети.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Автоматические выключатели для системы освещения освещения.....	68

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе спроектирована система электроснабжения многоквартирного жилого дома, рассчитаны нагрузки потребителей, токи короткого замыкания и потери напряжения в кабельной линии. Определены сопротивления контурного заземлителя жилого дома. Рассмотрена система рабочего и аварийного освещения.

«Важнейший элемент любой системы электроснабжения – это распределительные сети, которые являются промежуточным звеном между источником питания и потребителем электроэнергии» [5].
Распределительные сети своей основной целью выявляют передачу электроэнергии. Чтобы все функционировало верно, необходимо выбирать проверенный продукт. Расчеты должны производиться по современным методикам и стандартам, во избежание различного рода ошибок. «Особое внимание при расчете системы электроснабжения необходимо уделять надёжности электроснабжения, что невозможно реализовать без релейной защиты элементов системы электроснабжения. Релейная защита и автоматика должны обладать значительным быстродействием и избирательностью срабатывания защиты» [10].

«Распределительные сети необходимы для электроснабжения жилых домов, общественно – коммунальных учреждений, мелких, средних, а иногда и крупных промышленных потребителей» [6].

Электроснабжение является важнейшим элементом во всей работоспособности того или иного помещения, что требует особого внимания при его расчетах и установке. Такая деятельность отводится специализированным и обученным людям, имеющим высшее образование.

В данной работе рассмотрен вопрос реконструкции системы электроснабжения девятиэтажного дома в городе Екатеринбург.

Объект данной работы является сам девятиэтажный дом.

Предмет выступает система электроснабжения в указанном доме.

Основной целью данной работы является улучшение функционирования электроснабжения в данном доме.

Задачи данной работы:

- изучение действующей системы электроснабжения;
- расчет нагрузок системы электроснабжения по реальному потреблению;
- рассмотрение существующих требований к системам электроснабжения жилых домов
- выбор надежного электрического оборудования, подходящего для выбранной системы.

«Электроснабжение представляет собой достаточно сложный технический процесс, требующий точных расчетов» [15].

1 Общие сведения об объекте проектирования

1.1 Характеристика потребителей много квартирного дома

Электроснабжение девятиэтажного сто-квартирного жилого здания разрабатывалось и было выполнено в соответствии с нормативными документами, действующими на момент середины двадцатого века.

Электроснабжение электроприемников жилого девятиэтажного дома осуществляется одним кабельным вводом через вводное распределительное устройство, находящееся в подвальном помещении.

Для защиты панелей вводного распределительного устройства от короткого замыкания на вводах установлены плавкие предохранители.

В электрошкафу устанавливают также однофазные квартирные счётчики и групповые щитки с автоматическими выключателями или предохранителями для защиты групповых линий квартир общедомовые помещения.

1.2 Технические решения при проектировании системы электроснабжения многоквартирного дома

В настоящее время расчетная нагрузка на каждую квартиру с первого по девятый этаж принимается равной 10 кВт. Квартиры оборудуются электроплитами мощностью до 8,5 кВт.

Расчетный учет потребителей предусмотрен по квартирным двухтарифным счетчикам, установленными в квартирных щитках.

Учет потребляемой электроэнергии на весь дом выполняется на вводах электронными двух тарифными счетчиками 1S точности и встроенным таймером, установленными в вводном распределительном устройстве.

Горизонтальные линии, отходящие от вводного распределительного устройства дома и питающие электроприёмники квартир, выполняются

алюминиевым проводом сечением не меньше 6 миллиметров.

Электроснабжение жилого дома осуществляется по 2 кабельным линиям рассчитанных под реальные нагрузки.

В данном доме применяются светильники со люминесцентными лампами.

Вывод по разделу. В данном разделе был рассмотрен объект, который предоставлен для исследования реконструкции системы электрического снабжения. Таким объектом является многоквартирный девятиэтажный дом. Далее необходимо рассмотреть существующие электрические нагрузки многоквартирного дома, выбрать схемы внешнего и внутреннего электроснабжения, выбрать надежное электрооборудование.

2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок многоквартирного дома

2.1 Расчет ожидаемой бытовой нагрузки

Электроснабжение жилого дома осуществляется по 2 кабельным линиям. Расчетные нагрузки на вводах и питающих сетях приняты в соответствии с расчетами и составляют:

Ввод N1 – 135 кВт, 216,16 А (жилой дом – нагрузки II категории); Ввод N2 – 135 кВт, 216,16 А (жилой дом – нагрузки II категории)

«Начиная от вводного распределительного устройства здания все электрические цепи заложены пятипроводными (380 В) и трёхпроводными (220 В) начиная от этажных щитовых в соответствии с рекомендациями правил устройства электроустановок» [12]. Все провода и кабели различаются по цвету. Так проще их распознать для каждого специалиста:

- голубой – нулевой рабочий проводник (N);
- зелено - желтый – нулевой защитный проводник (PE);
- черный или другие цвета – фазный проводник/

Защитные проводники соединяются с шиной заземления щита на отдельных присоединениях.

«При трехпроводной сети необходимо установить штепсельные розетки на ток не менее 10 А с защитным контактом, которые должны иметь защитное устройство, автоматически закрывающее гнезда при вынутой вилке. Шлейфовое соединение PE проводника не допускается» [15].

Электроосвещение помещений выполняется в соответствии со требованиями свода правил Российской Федерации СП 52133302016 «Естественное и искусственное освещение» [20].

Выключатели и переключатели устанавливаются на стене со стороны дверной ручки на высоте 300 мм от уровня пола.

В местах прохода проводов и кабелей через стены и перегородки, а также межэтажные перекрытия необходимо обеспечить возможность смены

электропроводки, для чего проход должен быть выполнен в гильзе с уплотнением.

«Все металлические токоведущие части электроустановки, нормально не находящиеся под напряжением, подлежат заземлению согласно правил устройства электроустановок» [7].

«Оборудование и материалы, подлежащие в соответствии с Госреестром России сертификации, должны поставляться с сертификатом соответствия (электробезопасности)» [7].

Работой предусмотрена основная и дополнительная (в ванных комнатах) система уравнивания потенциалов.

Высота установки электроприборов от уровня чистого пола:

- штепсельные розетки в кухне – 1000 мм;
- штепсельные розетки в комнатах – 300 мм;
- штепсельные розетки для звонка – 250 мм от потолка;
- выключателей – 1000 мм

В качестве системы измерения электроэнергии необходимо использовать трехфазные электронные счетчики, трансформаторного включения типа Меркурий 230 ART02-CN 5-10А, имеющие телеметрический выход для подключения к автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии.

Рассматриваемый девятиэтажный жилой дом состоит из девятисто квартир:

- пять квартир – однокомнатные квартиры общей площадью – 25,31 м²;
- пятьдесят квартир – двухкомнатные общей площадью – 33,2-44 м²;
- двадцать квартир – трехкомнатные общей площадью – 55,7-56,7 м²;
- десять квартир – четырехкомнатные общей площадью – 56,3-56,6 м².

«Рассматриваемое жилое здание является полностью жилым без офисных помещений, поэтому расчет электрических нагрузок будем производить по формуле» [31]:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{квуд}} \cdot n, \quad (1)$$

где, $P_{\text{кв уд}}$ – удельная нагрузка электроприемников квартир, присоединенных к линии (ТП);

n – количество квартир, присоединенных к линии (ТП) Рассчитаем нагрузку этажных щитов третьего подъезда:

$$P_{\text{кв(1-3кв)1эт}} = 5,6 \cdot 3 = 16,8 \text{ кВт}$$

$$I_p = 16800 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,95) = 26,9 \text{ А}$$

При коэффициенте спроса 1,2 номинал аппарата защиты равен:

$$I_N = I_p \cdot 1,2 = 26,9 \cdot 1,2 = 32,28 \text{ А}$$

Рассчитаем падение напряжения для рассматриваемой кабельной линии:

$$U(\%) = (I_p \cdot L \cdot 1,73) / (G \cdot K \cdot 380) = (26,9 \cdot 2,5 \cdot 1,73) / (54,3 \cdot 25 \cdot 380) = 0,0225\%$$

Падение напряжения не должно превышать 5% СП 31-110-2003 $P_{\text{кв}} (4\text{-}6\text{кв}) 2\text{эт} = 5,6 \cdot 3 = 16,8 \text{ кВт}$,

$$I_p = 16800 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,95) = 26,9 \text{ А}$$

При коэффициенте спроса 1,2 номинал аппарата защиты равен:

$$I_N = I_p \cdot 1,2 = 26,9 \cdot 1,2 = 32,28 \text{ А}$$

Рассчитаем падение напряжения для рассматриваемой кабельной линии:

$$U(\%) = (I_p \cdot L \cdot 1,73) / (G \cdot K \cdot 380) = (26,9 \cdot 5 \cdot 1,73) / (54,3 \cdot 25 \cdot 380) = 0,045\%$$

Падение напряжения не должно превышать 5% СП 31-110-2003 Ркв(7-9кв)3эт = 5,6·3=16,8кВт:

$$I_p = 16800 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,95) = 26,9 \text{ А}$$

При коэффициенте спроса 1,2 номинал аппарата защиты равен:

$$I_N = I_p \cdot 1,2 = 26,9 \cdot 1,2 = 32,28 \text{ А}$$

Рассчитаем падение напряжения для рассматриваемой кабельной линии:

$$U(\%) = (I_p \cdot L \cdot 1,73) / (G \cdot K \cdot 380) = (26,9 \cdot 7,5 \cdot 1,73) / (54,3 \cdot 25 \cdot 380) = 0,067\%$$

$$\text{Ркв}(10-12\text{кв})4\text{эт} = 5,6 \cdot 3 = 16,8 \text{ кВт}$$

$$I_p = 16800 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,95) = 26,9 \text{ А}$$

При коэффициенте спроса 1,2 номинал аппарата защиты равен

$$I_N = I_p \cdot 1,2 = 26,9 \cdot 1,2 = 32,28 \text{ А}$$

Рассчитаем падение напряжения для рассматриваемой кабельной линии:

$$U(\%) = (I_p \cdot L \cdot 1,73) / (G \cdot K \cdot 380) = (26,9 \cdot 10 \cdot 1,73) / (54,3 \cdot 25 \cdot 380) = 0,09\%$$

$$\text{Ркв}(13-15\text{кв})5\text{эт} = 5,6 \cdot 3 = 16,8 \text{ кВт}$$

$$I_p = 16800 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,95) = 26,9 \text{ А}$$

При коэффициенте спроса 1,2 номинал аппарата защиты равен

$$I_N = I_p \cdot 1,2 = 26,9 \cdot 1,2 = 32,28 \text{ А}$$

Рассчитаем падение напряжения для рассматриваемой кабельной линии:

$$U(\%) = (I_p \cdot L \cdot 1,73) / (G \cdot K \cdot 380) = (26,9 \cdot 12,5 \cdot 1,73) / (54,3 \cdot 25 \cdot 380) = 0,11\%$$

Удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений.

Для выбора приборов учета и аппаратов защиты общедомовых потребителей суммарную расчетную нагрузку освещения общедомовых помещений $P_{роп}$ рекомендуется определять по формуле:

$$P_{роп} = P_{рлк} + P_{рлх} + P_{рк} + P_{рв} + 0,5 P_{рпр} \quad (2)$$

где $P_{рлк}$, – расчетные нагрузки освещения лестничных клеток; $P_{рлх}$, – расчетные нагрузки освещения лифтовых холлов; $P_{рк}$, – расчетные нагрузки свещения коридоров;

$P_{рв}$, – расчетные нагрузки освещения вестибюля;

$P_{рпр}$ – расчетные нагрузки освещения прочих помещений.

Освещение лестниц при норме освещённости 10лк и установке потолочных плафонов мощность лампы на каждом этаже принимается 60 Вт. То есть, для каждого пролёта лестниц используется 1 светильник мощностью $P = 0,06$ кВт. Такая же лампа в светильнике при входе.

$$P_{рл к} = 6 \cdot 0,06 + 30 \cdot 0,06 = 2,16 \text{ кВт} \quad P_{р в} = 6 \cdot 0,06 = 0,36 \text{ кВт};$$

$$P_{рпр} = 6 \cdot 0,04 + 9 \cdot 0,04 = 0,6 \text{ кВт};$$

$P_{рпр}$ – Расчетная нагрузка освещения прочих помещений дома:

- Подвалов – 9 ламп по 40 Вт;
- Чердаков – 6 ламп по 40 Вт;
- Мусороуборочных камер – нет;
- Техподполий – нет;
- Колясочных – нет.

Так как коридоров и лифтовых холлов нет, то и нагрузки не учитывается

$$P_{роп} = (2,16 + 0,36) + 0,5 \cdot 0,6 = 3,26 \text{ кВт}$$

Расчетную нагрузку групповых сетей освещения общедомовых помещений следует определять по светотехническому расчету с коэффициентом спроса равным единице.

Определим суммарную нагрузку на вводном распределительном устройстве при количестве квартир равному девятидесяти и расчетной удельной мощности равной 1,5:

$$P_{об} = 90 \cdot 1,5 = 135 \text{ кВт}$$

Определим расчетный ток вводном распределительном устройстве:

$$I_{об} = 135000 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,95) = 216,16 \text{ А}$$

Для питания вводного распределительного устройства жилого девятиэтажного дома выбираем кабель типа АВБбшв 4x120мм² с длительным допустимым током при прокладке в земле равным 241А.

Ввод N1 (основной) – 135кВт, 216,16А (жилой дом – нагрузки II категории).

Ввод N2 (резервный) – 135кВт, 216,16А (жилой дом – нагрузки II категории).

2.2 Расчет системы освещения и выбор осветительного оборудования для мест общего пользования

В осветительных установках там, где это возможно, в первую очередь применяют люминисцентные лампы.

Для подвального помещения будут избраны светильники PLI-09-840лм-9Вт-АС12В-А, а для лестничных пролетов - светильники TN LED 100 4000К, характеристики которых указаны в приложении Б.

$E_n = 300$ лк (см. таблицу 1). Под коэффициентом использования U_{oy} понимают отношение светового потока, падающего на расчетную плоскость, к световому потоку источников света. Коэффициент U_{oy} зависит от светораспределения светильников и их размещения в помещениях; от размеров освещаемого помещения и отражающих свойств его поверхностей; от отражающих свойств рабочей поверхности.

Помещение №1 - прямоугольная комната 24 кв. м. Расположение окон по длинной стене. Потолок - подвесной «Armstrong», состоящий из плиток белого цвета размером 595х595 мм, стены - светло-коричневые.

Суммарный световой поток люминисцентных ламп рассчитывается по формуле:

$$\Phi = E_n \times K_z \times S \times Z / U_{oy} \quad (3)$$

где, E_n – нормируемое значение освещенности, лк;

K_z – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, m^2 ;

Z – коэффициент, характеризующий неравномерность освещения;

U_{oy} – коэффициент использования светового потока.

Таблица 1- Данные по помещениям, необходимые для электрического расчёта

Параметр	Помещения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
А (длина), м	4	6	6	6	6	5,5	2,5	14
В (ширина), м	6	4	4	4	4	4	4	2
S , м ²	24	24	24	24	24	22	10	28
Н, м	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
h, м	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
h _{св} , м	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Е _н , лк	300	300	300	300	300	300	150	300
рп	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
рс	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5
рр	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3

Соотношение размеров освещаемого помещения и высота подвеса светильников в нем характеризуется индексом помещения:

$$i_{п} = A \times B / h_{п} \times (A + B), \quad (4)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

$h_{п}$ - расчётная высота подвеса светильников, м, которая определяется по формуле 5:

$$h_p = H - h_{CB} - h, \quad (5)$$

где H - высота помещения, м;

h_{CB} - высота подвеса, м;

h - расстояние от пола до рабочей поверхности.

Необходимое количество светильников:

$$N = \Phi / Л / \Phi_l, \quad (6)$$

где Φ – суммарный световой поток люминесцентных ламп, лм;

$Л$ – количество ламп в светильнике, шт;

Φ_l – поток одной лампы, лм.

Световой поток ламп в каждом светильнике:

$$\Phi_{пот} = \Phi / Л / N \quad (7)$$

Приведённая погрешность:

$$\Delta = (\Phi_l - \Phi_{пот} / \Phi_{пот}) \times 100, \quad (8)$$

где, Δ – приведённая погрешность, %;

Φ_l – поток одной лампы, лм;

$\Phi_{пот}$ – световой поток ламп в каждом светильнике, лм.

Допускается отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного на $\Delta = - 10\% \div + 20\%$

$$\Delta = (\Phi_l - \Phi_{пот} / \Phi_{пот}) \times 100, \quad (9)$$

Проведем расчет количества светильников.

$$h_p = H - h_{CB} - h = 3,8 - 0,075 - 0,8 = 2,925 \text{ м.}$$

$$i_n = A \times B / h_p \times (A + B) = 4 \times 6 / 2,925 \times (4 + 6) = 0,83$$

Округляем до ближайшего табличного значения, тогда $i_n = 0,8$

Суммарный световой поток люминесцентных ламп:

$$\Phi = E_n \times K_z \times S \times Z / U_{oy} = 300 \times 1,5 \times 24 \times 1,1 / 0,78 = 15230,77 \text{ лм.}$$

Необходимое количество светильников:

$$N = \Phi / \text{Л} / \Phi_{\text{л}} = 15230,77 / 4 / 1350 = 2,82,$$

Принимаем $N = 3$ шт;

Суммарный световой поток ламп в каждом светильнике:

$$\Phi_{\text{пот}} = \Phi / \text{Л} / N = 15230,77 / 4 / 3 = 1269 \text{ лм.}$$

Приведённая погрешность:

$$\Delta = (\Phi_{\text{л}} - \Phi_{\text{пот}} / \Phi_{\text{пот}}) \times 100 = (1350 - 1269 / 1269) \times 100 = 6,4\%$$

Отклонение светового потока выбранной лампы в пределах нормы

Выбираем 18 Вт люминесцентные лампы, длиной 590 мм.

Расчётная высота подвеса светильников:

$$h_p = H - h_{CB} - h = 3,8 - 0,075 - 0,8 = 2,925 \text{ м.}$$

Индекс помещения:

$$i_n = A \times B / h_p \times (A + B) = 5,5 \times 4 / 2,925 \times (5,5 + 4) = 0,79$$

Округляем до ближайшего табличного значения, тогда $i_n = 0,8$.

Суммарный потребный поток люминесцентных ламп:

$$\Phi = E_n \times K_3 \times S \times Z / U_{oy} = 300 \times 1,5 \times 22 \times \frac{1,1}{0,78} = 13961,53 \text{ лм.}$$

Необходимое количество светильников:

$$N = \Phi / \text{Л} / \Phi_{\text{л}} = 13961,53 / 4 / 1350 = 2,58,$$

Принимаем $N = 3$ шт;

Общий световой поток ламп в каждом светильнике:

$$\Phi_{\text{пот}} = \Phi / \text{Л} / N = 13961,53 / 4 / 3 = 1163,48 \text{ лм.}$$

Приведённая погрешность:

$$\Delta = (\Phi_{\text{л}} - \Phi_{\text{пот}} / \Phi_{\text{пот}}) \times 100 = (1350 - 1163,48 / 1163,48) \times 100 = 16\%$$

Отклонение светового потока выбранных светильников находится в пределах нормы [20]

Выбираем светильники для помещения №7 аналогичные основному помещению №1.

Помещение №7 - прямоугольная комната 10 кв. м. В помещении №7 разряд зрительной работы V, следовательно E_n принимаем равной 150 лк.

Расчётная высота подвеса светильников:

$$h_p = H - h_{CB} - h = 3,8 - 0,075 - 0,8 = 2,925 \text{ м.}$$

Индекс помещения:

$$i_p = A \times B / h_p \times (A + B) = 2,5 \times 4 / 2,925 \times (2,5 + 4) = 0,53,$$

Округляем до ближайшего табличного значения (таблица 65 [1]), тогда $i_p = 0,5$.

Суммарный световой поток люминесцентных ламп:

$$\Phi = E_n \times K_z \times S \times Z / U_{oy} = 150 \times 1,5 \times 10 \times 1,1 / 0,53 = 4669,81 \text{ лм;}$$

Необходимое количество светильников:

$$N = \Phi / \text{Л} / \Phi_{\text{л}} = 4669,53 / 2 / 835 = 2,79,$$

Принимаем $N = 3$ шт;

Суммарный световой поток ламп в каждом светильнике:

$$\Phi_{\text{пот}} = \Phi / \text{Л} / N = 4669,53 / 2 / 3 = 778,26 \text{ лм;}$$

Приведённая погрешность:

$$\Delta = (\Phi_{\text{л}} - \Phi_{\text{пот}} / \Phi_{\text{пот}}) \times 100 = (835 - 778,26 / 778,26) \times 100 = 7,3\%$$

Отклонение светового потока выбранной лампы в пределах нормы.

Выбираем люминесцентный светильник ЛПО46-2x18-001.

Монтаж: на горизонтальную поверхность.

Таблица 2 -Характеристика светильника ЛПО46-2x18-001

Тип светильника	Количество и мощность лампы (Вт)	КПД (%)	Источник света	Размеры (мм)			
				А	L	В	Н
ЛПО46-2x18-001	2x18	50	ЛБ18-7	450	630	200	75

Таблица 3 - Расчет для помещений 2-5 включительно выполняются аналогично помещению 1

Параметр	Квартиры							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество светильников	3	3	3	3	3	3	3	6
Количество ламп	12	12	12	12	12	12	6	24
Светильник	ARS 418	ARS 418	ARS 418	ARS 418	ARS 418	ARS 418	ЛПО46-2x18-001	ARS 418
Расстояние от стены по длине, м	1	2	2	2	2	2	0,67	1,17
Расстояние от стены по ширине, м	2	1	1	1	1	0,92	1,25	1
Расстояние между светильниками, м	2	2	2	2	2	1,83	1,33	2,33

Электрическая мощность группы освещения:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot L \quad (10)$$

где $P_{л}$ – мощность лампы
 N – количество светильников
 L – количество ламп в светильнике

Остальные расчеты будут сведены в таблицу 4, представленную ниже

Таблица 4- Электрическая мощность группы освещения.

Помещение №	3	4	5	1	7	2	6	8
Рпотр , Вт	216	216	216	216	108	216	216	324
Номер Группы	Группа 1-1			Группа 1-2		Группа 1-3		
	$\Sigma = 1620$ Вт							

Определение максимальной нагрузки.

$$P_{\text{макс}} = K_c \cdot K_{\text{эпра}} \cdot P_{\text{ном}} \quad (11)$$

где $K_c=1$ коэффициент спроса осветительной сети.

$K_{\text{эпра}}= 1,08$ – коэффициент учитывающий потери в ЭПРА

Рассчитаем максимальную мощность для Группы 1- 1 осветительной сети.

$$P_{\text{макс}}=1*1,08*648=2760\text{Вт} \quad (12)$$

Результаты сведем в таблицу 5.

Расчетные нагрузки системы освещения технологических помещений жилого девятиэтажного дома, сведем в таблицу 5:

Таблица 5 – Сводная ведомость нагрузок

Помещение №	Мощность потреблённая, Вт	Номер группы	Сумма
Подвал	360	1	Σ =2760Вт
Чердак	240	2	
Лестничная площадка подъезда №1	240	3	
ЛПП №2	240	4	
ЛПП №3	240	5	
ЛПП №4	240	6	
ЛПП №5	240	7	
ЛПП №6	240	8	

Все расчетные данные указаны в Приложении В данной работы.

3 Выбор схемы внешнего электроснабжения, выбор источника питания

Многоквартирный девятиэтажный жилой дом питается от ВРУ (схема вводного распределительного устройства представлена в графической части ВКР) по двум кабельным линиям (основной и резервный ввод) с разных секций ТП 10/0,4 для взаимного резервирования вводов кабелем АВБбшв 4x120 мм².

Переключение между вводами осуществляется трехфазными рубильниками в ВРУ с плавкими вставками. ВРУ осуществляет питание групповых этажных щитов, расположенных с 1 по 9 этажей дома. Групповой этажный щит на 1-5 этаже дома осуществляет питание квартир на 1 этаже. Групповой этажный щит на 2 этаже дома осуществляет питание квартир на 2 этаже многоквартирного дома. Групповой этажный щит на 3 этаже дома осуществляет питание квартир на 3 этаже многоквартирного дома. Групповой этажный щит на 4-8 этаже дома осуществляет питание квартир на 4 этаже многоквартирного дома. Групповой этажный щит на 9 этаже дома осуществляет питание квартир на 5 этаже многоквартирного дома. Питание этажных распределительных щитов осуществляется кабелем ВВГнгLS 5x25-0,66кВ. Этажные электрические щиты устанавливаются на лестничных клетках рядом с электропроводкой питающего стояка.

Подвод электроэнергии к квартирным автоматическим выключателям от питающего стояка выполнен проводом ПВ 5(1x10). В квартирных щитках предусматриваем три линии автоматов:

- Для освещения и группы розеток жилых комнат (комнат);
- Освещения и группы розеток всех помещений кухни и санузла;
- Технологические розетки электроприемников кухни и санузла.



Рисунок 1 – Схема выравнивания потенциалов труб в квартире

Данные об аппаратах защиты квартирных и этажных щитов представлены на однолинейной схеме щитов, спецификация электрооборудования жилого дома, представлена в Приложении А.

Для расчёта технико-экономических показателей энергосистемы необходимо учитывать следующие аспекты [14,16]:

- производство электрической энергии на электростанциях, для чего устанавливаются счётчики электроэнергии для генераторов;
- полезный отпуск потребителям энергосистемы.

Так как потребители электроэнергии многоквартирного по системе расчетных тарифов могут делиться на одноставочные, двухставочные и многоставочные [19,20]. При этом злостные неплательщики отключаются от энергопотребления в установленном порядке. Предлагается предусмотреть возможность подключения системы измерения электрической энергии к системе АИСКУЭ жилого района.

Автоматическая система контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ) является инновационным современным решением вопросов учёта и контроля потребления электроэнергии на жилых объектах и предприятиях.

Система АСКУЭ помогает оптимизировать электропотребление

потребителей многоквартирного дома, также за счёт установки лимитов электропотребления.

Помимо этого, всем желающим потребителям многоквартирного дома, совместно с внедрением системы АСКУЭ, предоставляется непосредственная возможность использования многотарифного учёта электроэнергии, что также оптимизирует электропотребление в системе электроснабжения жилого района за счёт переноса максимальной нагрузки в то время суток, когда оплата за потреблённую электроэнергию будет минимальной. Известно, что есть два варианта принципиального построения систем АСКУЭ: первый вариант - это классическая система АСКУЭ, представляющая собой сложную систему, непосредственно нуждающейся в постоянном мониторинге и качественном обслуживании. Основными элементами этой системы являются приборы учета, линии связи, машины для обработки информации. Вместо счетчиков могут использоваться датчики, подключаемые к системе через аналогово-цифровые преобразователи. Также можно применять классические индукционные приборы, но для них потребуются установка специальных считывающих устройств. Второй вариант заключается в использовании интеллектуальных электронных счетчиков, обладающих широкими возможностями. Второй вариант перспективен, однако данная система не приспособлена для современной. Поэтому в работе для выполнения поставленных задач контроля и учёта электроэнергии в системе электроснабжения жилого района и многоквартирного дома принимается первый (классический) вариант построения системы АСКУЭ с использованием электронных счётчиков.

Учитывая приведённые аспекты, в работе предлагается применение электронного счётчика «Меркурий», который входит в систему АСКУЭ.

Счетчик «Меркурий-230» – это оборудование, которое предназначено для учета мощности и энергии в одном/двух направлениях в трехфазных четырёхпроводных системах переменного тока (50 Гц) посредством измерительных трансформаторов. Представленный счетчик будем

использовать в ВРУ, расположенном на цокольном этаже жилого здания (рисунок 4).



Рисунок 2 – Счетчик «Меркурий-230»

Технические характеристики счетчика электрической энергии:

- Габариты – 258x170x74мм;
- Масса – 1,5кг;
- Средняя наработка на отказ – 150 000 часов;
- Средний эксплуатационный срок – 30 лет;
- Гарантийный срок – 36 месяцев.

Схема подключения счетчика «Меркурий-230» представлена на рисунке 5.

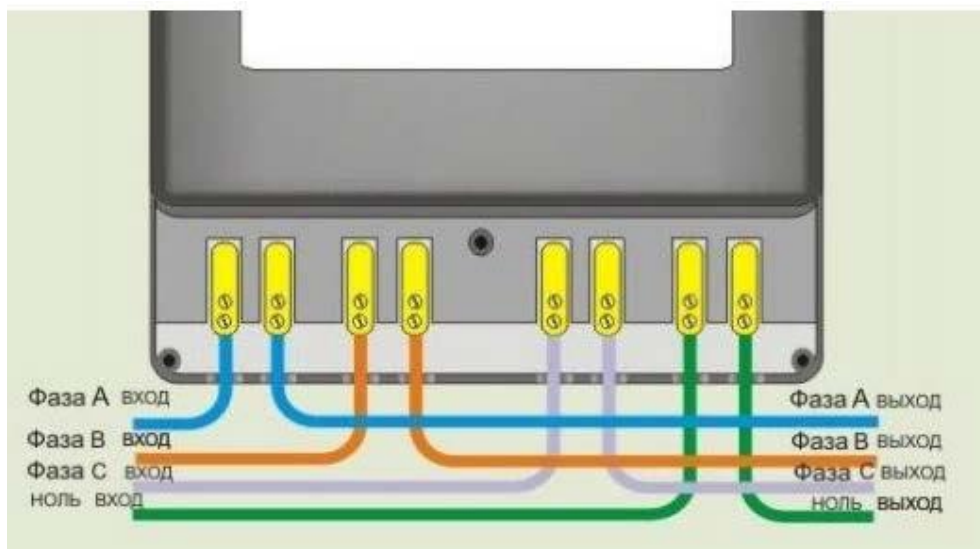


Рисунок 3 – Схема подключения «Mercury-230»

Также необходимо предусмотреть установку УЗО.

В представленной работе, защитное отключение реализуется за счет устройства защитного отключения. Устройства защитного отключения – это защитная аппаратура, применяемая в системе электроснабжения, которая реагирует на токи замыкания на землю, и необходимая для предотвращения попадания человека в электрическое напряжение.

Назначение защитного отключения.

«Термин – устройство защитного отключения, наиболее точно определяет назначение устройства и его принципиальное отличие от других аппаратов направленных на защитное отключение от повреждения системы электроснабжения и защиты людей» [54].

«Защитное отключение должно быть направлено на защиту электроустановок от однофазных и других видов замыкания в системе электроснабжения, а также при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), которое превышает значение уставки» [53].

Наибольшее распространение устройства защитного отключения получило в сетях с глухо заземлённой нейтралью на напряжение до 1кВ.

Принцип работы устройства защитного отключения.

«Принцип работы устройства защитного отключения основан на

сравнении контролируемых параметров с заданной величиной уставки. Если значение измеряемой величины не соответствует заданной уставки, то устройство срабатывает и отключает защищенную электроустановку от сети» [54].

Основными элементами любого устройства защитного отключения являются датчик, преобразователь и исполнительный орган (рисунок 4).

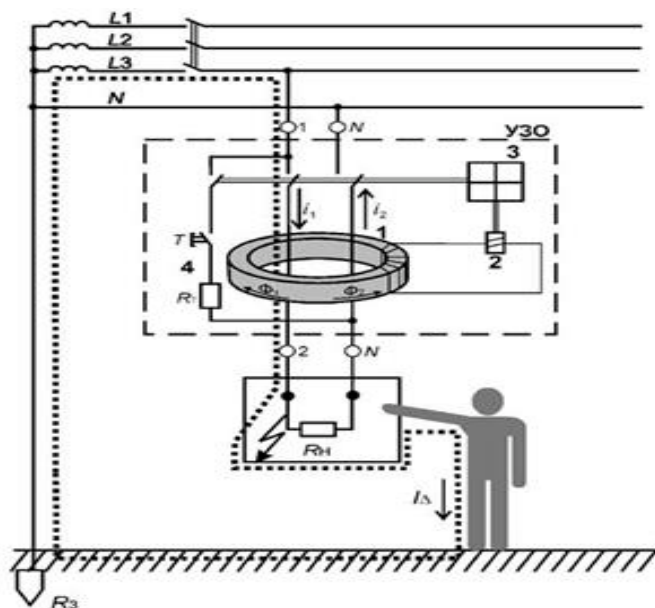


Рисунок 4 – Схема, иллюстрирующая принцип устройства защитного отключения.

Выбор устройства защитного отключения:

В многоквартирных жилых домах устройства защитного отключения рекомендуется устанавливать в групповых квартирных щитках.

Применение устройства защитного отключения обязательно [5]:

- для групповых линий, питающих электроприемники наружной установки;
- для защиты штепсельных розеток ванных и душевых помещений.

В схеме электроснабжения квартиры выбирается установка двух устройств защитного отключения с номинальными токами срабатывания не

более 30мА [17]:

- устройства защитного отключения на группы питающие штепсельные розетки кухни квартиры;
- устройства защитного отключения на группу питающую штепсельную розетку электроплиты и санузла.

Схема включения устройства защитного отключения должна предусматривать последовательное защитное устройство (автоматический выключатель, плавкая вставка), обеспечивающее защиту от сверхтоков.

«Номинальный ток нагрузки устройства защитного отключения должен быть равен или на ступень выше номинального тока последовательного защитного устройства» [5].

Выбор электрических аппаратов защиты:

В качестве технического устройства защитного отключения можно охарактеризовать как коммутационный аппарат, работающий в режиме ожидания. У этого устройства нет внешних признаков, таких, как скорость, ускорение или яркость, по которым можно было бы визуальным или с помощью доступных приборов определить его параметры. При выборе устройства защитного отключения следует руководствоваться следующими наиболее важными характеристиками этих устройств, определяющими их качество и работоспособность. Рабочие параметры – номинальное напряжение, номинальный ток нагрузки, номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка по току утечки) выбираются на основе технических параметров модернизируемой электроустановки.

Коммутационная способность устройства защитного отключения – согласно требованиям норм, должна быть не менее десятикратного значения номинального тока или 500 А (берется большее значение).

Условный расчетный ток короткого замыкания I_{nc} – характеристика, условно определяющая надежность и прочность устройства, качество исполнения его механизма и электрических соединений. «Нормами установлено минимально допустимое значение I_{nc} , равное 4,5кА» [17].

4 Выбор внутридомовой схемы электроснабжения

Электропроводкой называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с требованиями ПУЭ [32]. Электропроводка по своему расположению делится на внутреннюю, находящуюся непосредственно внутри дома (квартиры), и наружную, находящуюся вне его. Наружной называется электропроводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами, между зданиями на опорах, вне улиц, дорог.

В зависимости от способа прокладки электропроводка может быть открытой, проходящей по поверхности стен, потолков и других элементов здания, и скрытой, проложенной внутри конструктивных элементов здания либо ее отделки. Открытую электропроводку делают свободной подвеской по поверхностям стен, потолков, на стальных струнах и тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, в электротехнических плинтусах и наличниках. Скрытую электропроводку прокладывают внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях, в пределах чердаков). Она может быть выполнена в гибких металлических рукавах, пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, а также находиться непосредственно в монолите строительной конструкции, что предусмотрено технологией ее изготовления. Согласно ПУЭ осветительную и силовую проводку внутри дома необходимо разделять [32].

Проводка от вводного распределительного устройства к распределительным щитам выполняется открыто. Защита электрической проводки и потребителей электрической энергии будет осуществляться коммутационными аппаратами защиты находящихся в силовых распределительных щитах.

5 Расчет токов короткого замыкания

Осветительные сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания (КЗ) [14].

Осуществляется защита осветительных сетей аппаратами защиты – плавкими предохранителями или автоматическими выключателями, которые отключают защищаемую электрическую сеть при ненормальных режимах.

Номинальные токи установки автоматических выключателей и плавких вставок предохранителей следует выбирать по возможности наименьшими по расчетным токам защищаемых участков сети, при этом должно соблюдаться соотношение между наибольшими допустимыми токами проводов $I_{доп}$ и номинальными токами аппаратов защиты I_z .

$$I_{доп} \geq K_z I_z / K_{п} \quad (13)$$

В представленной работе защита распределительных сетей осуществляется при помощи автоматических выключателей. Автоматические выключатели ВА47-29 предназначены для защиты цепей, имеющих различную нагрузку:

- электроприборы,
- освещение,
- двигатели с небольшими пусковыми токами;
- двигатели с большими пусковыми токами.

Автоматические выключатели ВА47-29 рекомендуются к применению в вводно-распределительных устройствах для жилых и общественных зданий на номинальные токи от 0,5 до 63 А

6 Расчет и выбор электрооборудования, проводников и способа их прокладки

6.1 Выбор марки и сечения проводов

При выборе кабеля необходимо определиться с его сечением токопроводящих жил. Кабель обычно состоит из 4 жил. Сечение жилы определяется ее диаметром.

Провода и кабели различаются по количеству жил (от 1 до 37), сечению (от 0,75 до 800 мм²) и номинальному рабочему напряжению. Провода изготавливаются с изоляцией на напряжение 220 В, 380 В, 660 В переменного тока, кабели – на любое напряжение. У изолированного провода токопроводящая жила заключена в оболочку из резины, поливинилхлорида или винилпласта.

В жилом многоквартирном доме будем использовать систему три фазных жилы плюс нулевая рабочая жила плюс нулевая защитная жила. После выбор кабельной продукции сечение кабеля на напряжение ниже 1000 В должно быть проверено по двум условиям [22]:

- по условию нагревания длительным расчетным током;

$$I_{\text{доп}} \geq I_p \quad (14)$$

где $I_{\text{доп}}$ – длительно допустимый ток для принятого сечения провода или кабеля и условий его прокладки,

I_p – расчетный ток, А.

- по условию соответствия сечения провода аппарату защиты:

$$I_{\text{доп}} \geq K_z I_n \text{ пл} \quad (15)$$

где K_z – коэффициент защиты;

$I_n \text{ Пл}$ – номинальный ток плавкой вставки.

В качестве кабеля питания силовых и осветительных сетей в многоквартирном доме будем использовать плоский кабель марки ВВГнгLS с медными однопроволочными токопроводящими жилами.

Кабель ВВГнг – LS отличается довольно большим ассортиментом В зависимости от модели может иметь от 1 до 5-ти токопроводящих жил, которые могут быть однопроволочными или многопроволочными, иметь секторную или округлую форму Кабель ВВГнг – LS (цена зависит от многих параметров) применяется в стационарных установках для передачи и распределения электроэнергии и рассчитан на номинальное напряжение сети от 660 до 1000 В.

Диапазон эксплуатационного температурного режима составляет от 30 °С до +50 °С Силовой тип кабеля можно использовать при температуре +35 °С, при этом допустима эксплуатация коммуникации при влажности воздуха до 98% Возможна установка и прокладка коммуникаций без предварительного нагрева поверхности при температуре минимум –15 °С Монтажный радиус изгиба для одножильных изделий – 10 диаметров. Для кабеля многожильного – 7,5 диаметров. Допустимая максимальная температура внешней среды, при которой возможна эксплуатация конструкции, +70 °С. Эксплуатационные свойства сохраняются при нагреве жил до +200 °С. При правильном соблюдении всех норм и правил эксплуатации срок службы такого кабеля составляет около 20, и даже гораздо больше лет.

6.2 Выбор автоматического выключателя

Автоматический выключатель выбирается исходя из следующих условий.

1. Соответствие номинального напряжения выключателя U_n к номинальному напряжению сети U_c : U_n, U_c :

$$U_n \geq U_c \quad (16)$$

2. Соответствие номинального тока расцепителя I_n Расц номинальному току нагрузки $I_{дн}$: I_n Расц, $I_{дн}$:

$$I_n \text{ расц} \geq I_{дн} \quad (17)$$

3. Соответствие номинального тока расцепителя I_n Расц максимальному рабочему току $I_{рабмакс}$ группы электроприемников (для вводных выключателей питания сборок и щитов) в длительном режиме: I_n Расц, $I_{рабмакс}$

$$I_n \text{ расц} \geq I_{рабмакс} \quad (18)$$

Для первой группы выбираем автоматический выключатель фирмы IEK серии ВА 47-29 на номинальный ток 2 А. Выбор остальных выключателей сведем в таблицу 8 Приложения В

6.3 Выбор щитового оборудования

В подъезде №3 жилого дома устанавливаем щит освещения в который будем монтировать счетчик электрической энергии, коммутационную аппаратуры, а также трансформатор 220/12 В.

Характеристики шкафов Prisma Plus обеспечивают высокий уровень безопасности, превосходную универсальность и высокую степень гибкости.

Эргономичная конструкция данного щита облегчает его установку на объекте, эксплуатацию и техническое обслуживание. Полная доступность аппаратуры и применение стандартных комплектующих, обеспечивают удобство и быстроту проведения технического обслуживания на отключенном щите. Для обеспечения полной безопасности, коммутационная аппаратура установлена за защитной передней панелью, при этом снаружи

остается только рукоятка управления.

Условия работы:

Температура окружающего воздуха при внутренней установке:

- не более 40°C;
- средняя температура за 24 ч не более 35°C;
- нижний предел температуры минус 5°C

Высота над уровнем моря:

- высота над уровнем моря мест установки не должна превышать 2000м;
- атмосферные условия при установке внутри помещений;
- воздух чистый, относительная влажность не должна превышать 50% при 40°C;
- не должна превышать 90% при 20°C

НКУ изготавливаются для эксплуатации в атмосфере типа II по ГОСТ 15150-69, окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию.

Преимущества шкафов Prisma Plus:

- современный дизайн (цвет корпуса, дверей, легкая архитектура),
- гармония с окружающей средой за счет стандартизированной установки,
- модернизированная система подключения,
- передовые методы подключения систем распределения,
- рационализированная линейка шкафов,
- адаптация при установке по желанию клиентов.

6.4 Спецификация основного оборудования

Спецификация основного оборудования представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Спецификация основного оборудования

Наименование	Место установки	Марка (модель)	Кол-во, ед
Светодиодный светильник TN LED 100 4000K	Этажные пролеты	TN LED 100 4000K	42
Светодиодный светильник PLI-09-840лм-9Вт-AC12В-А	Цокольный этаж	PLI-09-840лм-9Вт-AC12В-А	37
Автоматический выключатель ВА 47-29, In=2А, 1р	Щит освещения Гр1-8	IEK ВА 47-29	8
Автоматический выключатель ВА 47-29, In=16А, 3р	Щит освещения	IEK ВА 47-29	1
Счетчик трехфазный	Щит освещения	Меркурий	1
Трансформатор напряжения ОСО-025-87, S=025кВА, 220/12В	Щит освещения	ОСО-025-87, 220/12В	1

Описание и работа автоматического выключателя ВА47-29.

ВА47-29 торговой марки IEK предназначены для эксплуатации в однофазных и трехфазных электрических сетях переменного тока с номинальным напряжением до 400В и частотой 50Гц.

ВА47-29 предназначены для автоматического отключения электроустановки при возникновении токов короткого замыкания и оперативного отключения от сети.

Применение ВА47-29 в квартирных и этажных щитках в электроустановках с системами заземления TN-C, TN-S и TN-C-S

регламентируется в ГОСТ Р 51628.

Основные технические характеристики ВА47-29 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные технические характеристики ВА47-29

п\п	Наименование параметров	Значение
1.	Число полюсов	От 1 до 4
2.	Наличие защиты от сверхтоков	Во всех полюсах
3.	Номинальное рабочее напряжение переменного тока U, В	Не более 400
4.	Номинальное рабочее напряжение постоянного тока на один полюс, В	Не более 48
5	Номинальная частота сети, Гц	50
6	Номинальный ток In, А	0,5; 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63.
7	Механическая износостойкость, циклов В-О	Не менее 20000
8	Коммутационная износостойкость, циклов В-О	Не менее 6000
9	Максимальное сечение провода, присоединяемого к контактным зажимам, мм ²	25
10	Основной режим работы	продолжительный
11	Масса одного полюса, кг	Не более 0,103

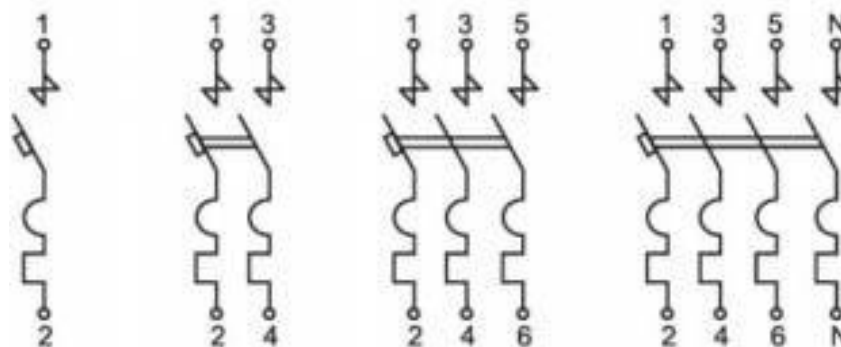


Рисунок 5 – Электрические схемы ВА47-29

Конструктивное исполнение:

1. Каждый полюс ВА47-29 выполнен в виде моноблока шириной 18 мм. Полюса собраны в пакеты в зависимости от исполнения ВА47-29.
2. Основными составными частями, ВА47-29 являются: корпус, зажимы для присоединения внешних проводников, тепловой и электромагнитный расцепитель, контактная система, дугогасительная система, индикатор положения контактов, механизм взвода, механизм свободного расцепления смотри на рисунке 7.

Условия эксплуатации:

1. Требования безопасности при эксплуатации: запрещается устранение неполадок в работе ВА47-29 необученным (неквалифицированным) персоналом (конечными потребителями) ВА47-29 не требуют обслуживания в процессе эксплуатации.
2. При эксплуатации ВА47-29 следует иметь в виду, что его работа связана с протеканием в электроустановке токов, величина которых опасна для жизни человека. При обнаружении любой неисправности или повреждения ВА47-29 обесточьте электроустановку при помощи устройства, обеспечивающего предыдущую ступень защиты электроустановки.
3. При наличии любых признаков пробоя изоляции или при подозрении на пробой и нарушение целостности изоляции ВА47-29 необходимо обесточить установку при помощи устройства, обеспечивающего предыдущую ступень защиты электроустановки.
4. При эксплуатации ВА47-29 и установок с ВА47-29 пользуйтесь только исправным инструментом в соответствии с «Правилами безопасности при работе с инструментом и приспособлениями»
5. При эксплуатации установок с ВА47-29 и соблюдайте правила пожарной безопасности.
6. Диапазон рабочих температур - от минус 40 °С до плюс 50 °С. Высота над уровнем моря - не более 2000м.
7. При эксплуатации электроустановок с ВА47-29 необходимо

руководствоваться всеми правилами безопасности.

8. Допускается присоединять к винтовым выводам ВА47-29 два проводника. Сечение проводников не должно отличаться более чем на две ступени.

Техобслуживание автоматического выключателя ВА 47-29.

1. При проведении технического обслуживания необходимо соблюдать требования нормативно технической документации в области безопасности жизнедеятельности и охраны труда, а также правила пожарной безопасности.

2. Конкретные сроки испытаний и измерений параметров выключателей определяет завод изготовитель.

3. Рекомендуются не реже одного раза в год подтягивать винты винтовых выводов.

4. Запрещается дальнейшая эксплуатация ВА47-29 при выявлении неполадок в его работе.

5. Рекомендуемая периодичность проверки времятоковых характеристик, параметров изоляции, а также проведения испытания повышенным напряжением промышленной частоты - один раз в четыре года с момента ввода в эксплуатацию.

7 Система заземления и молниезащиты

7.1 Расчет защитного заземления

Классификация объекта

Тип объекта – многоквартирный жилой дом. Высота 14 метров. Работой принята III категория молниезащиты в соответствии с СО 153-3421122-2003 III уровень защиты от прямых ударов молнии – надежность защиты от прямых ударов молнии 0,90. Комплекс разрабатываемых средств, включает устройство защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащитная система) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя).

Произведем расчет заземляющего устройства многоквартирного девятиэтажного дома. Расстояние от фундамента здания не менее 1 м. Сопротивление заземляющего устройства в электроустановках напряжением ниже 1000 В с большими токами замыкания на землю не должно превышать 0,4 Ом. К установке принимаем двадцать четыре вертикальных электрода расположенных по периметру жилого здания установленных на глубину заложения от верхнего края электрода равной $t=1,5$ м. Таким образом, в качестве расчетного принимается сопротивление $r_3 = 0,4$ Ом.

Для расчета защитного заземления необходимо составить расчетную схему (рисунок б).

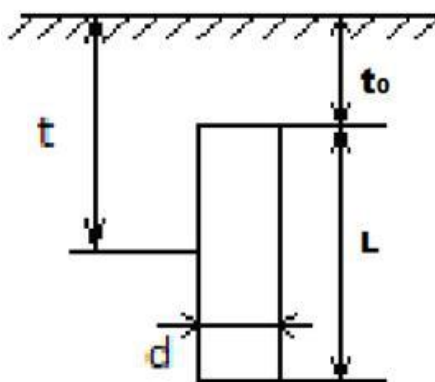


Рисунок б - Расчетная схема

L- Длина одиночного вертикального заземлителя = 5 м

t - Глубина заложения = 3 м

d - Диаметр = 60 мм

t₀ - Расстояние от поверхности земли до электрода= 0,5 м.

Допустимое сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом

Определяем сопротивление одиночного вертикального заземлителя:

$$R = 0,366/500 \cdot 80000 \cdot 1,5 \cdot (\ln(2 \cdot 500/6) + 0,5 \cdot \ln(4 \cdot 300 + 500/4 \cdot 300 - 500)) = 419 \text{ Ом}$$

Определяем общее количество вертикальных заземлителей:

$$N = 419/4 = 105 \text{ шт}$$

Принимаем расстояние между заземлителями a = 5 м

Из таблицы 66 [2] определяем коэффициент использования вертикального заземлителя:

$$L/a = 5/5 = 1 \quad (19)$$

Исходя из этого коэффициент использования вертикального заземлителя $n_p = 0,35$.

Определяем суммарное сопротивление всех вертикальных электродов:

$$R = 419 / (105 \cdot 0,35) = 11,4 \text{ Ом}$$

Вычисляем длину горизонтального заземлителя согласно формуле:

Согласно ПУЭ соединительная полоса должна быть шириной не менее 30 мм [32], принимаем полосу шириной 40 мм.

Определяем сопротивление горизонтальной полосы по формуле:

$$R=0,366/L\gamma\cdot h\cdot K_m\cdot \ln(L\gamma\cdot 2/b\cdot t) \quad (20)$$

$$R=0,366/52000\cdot 80000\cdot 2,3\cdot \ln(52000\cdot 2/4\cdot 300)=8,7 \text{ Ом}$$

Определяем сопротивление заземления из нескольких электродов, соединенных полосой:

$$R=11,4\cdot 8,7/11,4+8,7=4,9 \text{ Ом}$$

Уменьшаем сопротивление до нормы (0,4 Ом).

Необходимо рассчитать заземляющее устройство трансформаторной подстанции ТП №1 системы электроснабжения с двумя трансформаторами 630 кВА, от которой запитан многоквартирный дом.

Сеть внешнего электроснабжения 10 кВ работает с изолированной нейтралью, на стороне низкого напряжения нейтраль трансформатора глухозаземлена.

Значение удельного сопротивление грунта в месте установки заземляющего устройства трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, равняется равным значению 140 Ом·м.

Намечается выполнить заземляющее устройство в виде прямоугольника четырёхугольника, для чего предусматривается использование вертикальных стержней длиной 5 м с диаметром 12 мм, соединённых между собой стальной полосой размерами 40 x 4 мм на глубине 0,8 м.

Удельные значения сопротивления грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей [13]:

$$\rho_{p.z} = \rho_{y\delta} \cdot K_{n.e}, \quad (21)$$

$$\rho_{p.в} = \rho_{yд} \cdot K_{n.в} , \quad (22)$$

где $\rho_{yд}$ – справочное нормируемое значение удельного сопротивления грунта [13];

$K_{n.г}$ и $K_{n.в}$ – справочное нормируемое значение коэффициентов горизонтальных и вертикальных электродов [13].

По условиям (21) и (22)

$$\rho_{p.г} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

$$\rho_{p.в} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Значение сопротивления растеканию стержневого вертикального электрода [13]:

$$R_B = 0,366 \cdot \frac{\rho_p}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{0,95 \cdot d} + 0,51 \lg \frac{4t + 3l}{4t + l} \right), \quad (23)$$

где l - длина электрода, м;

d - внешний диаметр электрода, м;

t – принимаемое расстояние от поверхности земли до середины электрода, м.

$$R_B = 0,366 \cdot \frac{200}{5} \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0,95 \cdot 0,016} + 0,51 \lg \frac{4 \cdot 1,7 + 3 \cdot 5}{4 \cdot 0,5 + 5} \right) = 23,65 \text{ Ом}.$$

Число вертикальных заземлителей (электродов) по [14]:

$$N = \frac{R_B}{K_{u.в} \cdot R_з}, \text{ шт}, \quad (24)$$

где $K_{u.в}$ – коэффициент использования вертикальных заземлителей (электродов) без учета влияния горизонтальных электродов при их размещении по контуру, [13].

$$N = \frac{23,65}{0,66 \cdot 4} = 8,96 \text{ шт.}$$

Принимается предварительно с учётом нормируемой величины заземляющего устройства число вертикальных электродов $N = 9$ шт.

Расчетное значение сопротивления растеканию горизонтальных электродов [13]:

$$R_r = \frac{\rho_p}{K_{u.z.} \cdot 2\pi \cdot l_z} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_z^2}{b \cdot t}, \text{ Ом,} \quad (25)$$

где $K_{u.z.}$ – нормируемое значение коэффициента использования горизонтальных соединительных электродов в контуре из вертикальных электродов [13];

l – суммарная длина горизонтальных электродов, м;

t – расстояние до поверхности земли, м;

b – ширина полосы, м.

$$R_r = \frac{200}{0,32 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \lg \frac{2 \cdot 5^2}{0,08 \cdot 0,5} = 26,17 \text{ Ом.}$$

Уточненное сопротивление вертикальных электродов с учётом величины нормируемого значения сопротивления [13]

$$R_{г.э.} = \frac{R_B \cdot R_3}{R_B - R_3}, \text{ Ом.} \quad (26)$$

$$R_{г.э.} = \frac{26,17 \cdot 4}{26,17 - 4} = 4,72 \text{ Ом.}$$

Уточненное количество вертикальных электродов с учётом

коэффициента использования вертикальных электродов [13]:

$$N = \frac{R_B}{K_{u.e} + R_B}, \text{шт.}, \quad (27)$$

$$N = \frac{23,65}{0,66 + 4,72} = 8,8 \text{ шт.}$$

Окончательно принимается в проектируемом контуре заземления на цеховых ТП-10/0,4 кВ, 9 шт. вертикальных электродов, расположение – по периметру трансформаторной подстанции.

Рассчитывается сопротивление вертикальных заземлителей (рисунок 6) проектируемого контура заземления с учётом их выбранного количества:

$$R_{г.е} = \frac{R_B}{K_{u.e} \cdot N}, \text{Ом.} \quad (28)$$

$$R_{г.е} = \frac{23,65}{0,66 \cdot 9} = 4,48 \text{ Ом.}$$

Общее сопротивление всех заземлителей (электродов) контура заземления определяется таким образом:

$$R_{общ.} = \frac{R_B \cdot R_{г.}}{R_B + R_{г.}}, \text{Ом.} \quad (29)$$

$$R_{общ.} = \frac{4,48 \cdot 26,17}{4,48 + 26,17} = 3,74 \text{ Ом.}$$

Полученное значение сопротивления проектируемого контура заземления составляет 3,74 Ом, что меньше предельно допустимого нормируемого значения 4 Ом, следовательно, спроектированный контур заземления цеховых ТП-10/0,4 кВ удовлетворяет необходимым требованиям и положениям [15].

7.2 Мероприятия по уравниванию потенциала

«Защита зданий и сооружений от поражения молнией предназначена для полного или частичного исключения последствий попадания молнии в защищаемый объект. Здания и сооружения, отнесенные к категориям 1 и 2 должны быть защищены от прямых ударов молнии, а также от электростатической и электромагнитной индукции и от заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические сооружения» [45].

«Здания и сооружения, отнесенные к 3 категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации» [36]. «В процессе строительства зданий важное значение имеет устройство временной системы молниезащиты, если здание сооружается в грозовой период. Такое устройство выполняется с высоты 20 м и более. При этом в качестве токоотвода используются любые металлические конструкции при условии надежности их соединений, в том числе болтовых, при сопротивлении переходного контакта не более 0,05 Ом» [50].

«Расчет зоны защиты молниеотвода – это часть пространства, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности 99,5% и выше, а типа Б- 95% и выше» [25].

Данные и расчет:

ПУЭ с.220 [32]. Интенсивность продолжительности гроз часов в год от 20 до 40.

S (ширина)=6 м,

L (длина)=20 м,

H (высота)=5 м.

Определяем ожидаемое количество поражений молний в год $n=3$ [39].

Определяем тип зоны защиты (зона Б) [32]. Жилые и общественные здания, возвышающиеся более чем на 25 м над средней высотой [32].

Определяем высоту молниеотвода по формуле:

$$h = 3 + 1,63 \cdot 5 / 1,5 = 11,5 / 1,5 = 7,43 \text{ м}$$

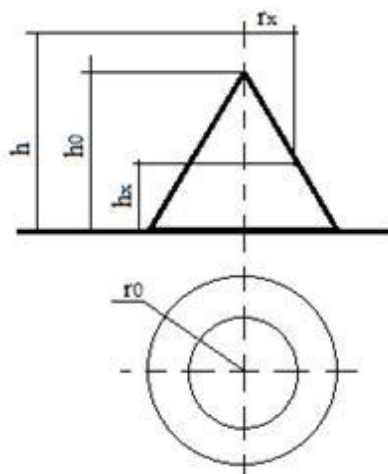


Рисунок 7 – Зона защиты молниеотвода

В качестве молниеприемника необходимо использовать металлическую сетку, выполненную из стальной оцинкованной проволоки диаметром в 8 мм (сечение 50 мм²). Использовать арматуру Ст ф8 ГОСТ 5781-82. Сетку уложить на слой утеплителя, поверх стяжки кровли. Шаг ячейки не более 15x15 м. «Узлы сетки соединить сваркой. Все металлические конструкции, расположенные на кровле (вентиляционные устройства, пожарные лестницы, водосточные воронки, ограждение и пр), соединить с сеткой приваркой стержней диаметром 8 мм; длина сварных швов – не менее 60 мм. Все выступающие неметаллические конструкции также защитить проволокой, уложенной сверху по периметру конструкции и соединить с молниеприемной сеткой» [45].

Токоотводы располагаются по периметру жилого дома. В качестве токоотводов применяют стальную оцинкованную полосу 25x4. Расположение токоотводов представлено на планах.

В качестве заземлителя используется железобетонная арматура фундамента, соединенная с помощью сварки стальной полосой 50x4 по ГОСТ 103-2006. Полоса заземления молниезащиты проложена вокруг здания, на глубине не менее 0,7 м от поверхности земли. Грунт суглинок с удельным сопротивлением 1000 Ом·м. Протяженность горизонтального заземлителя $D=115,6$ м

Расчетное сопротивление растеканию тока не более $R=4,0$ Ом
Материал системы – сталь.

«Все соединения выполняют сваркой. Также необходимо предусмотреть антикоррозийное покрытие всех открытых элементов системы молниезащиты. Для защиты контура заземления от почвенной коррозии его элементы покрывают битумной мастикой МБР-65 (ГОСТ 15836-79), толщиной не более 0,5 мм» [40]. Заземлитель молниезащиты соединяют с главной заземляющей шиной в ВРУ [23].

Защита от вторичных воздействий молнии:

Для защиты от заноса высокого потенциала по внешним металлическим коммуникациям их необходимо на вводе коммуникаций в здании присоединить к заземлителю системы молниезащиты. Соединение выполняют стальной полосой сечением 40x4 (ГОСТ 103-2006).

Для защиты людей от шаговых напряжений и напряжения прикосновения, вокруг жилого дома необходимо уложить контур. Контур выполняют из стальной полосы 40x4. Все соединения выполняют сваркой.

Заземление металлических трубопроводов выполняют на вводе со стороны здания, в доступных для обслуживания местах. Все внешние металлические трубопроводы соединяют с искусственным заземлителем системы внешней молниезащиты. Для соединения используют стальную полосу 40x4.

Для чугунных труб канализации используется вывод типа хомут из стали 08X13. Хомуты устанавливаю на зачищенную до металлического блеска трубу с последующей обработкой места соединения техническим

вазелином.

Далее рассмотрим систему заземления и уравнивания потенциалов.

В качестве повторного заземлителя используют контур заземления молниезащиты.

Внешний контур заземления соединяют с главной заземляющей шиной.

Для соединения используют стальную полосу Ст50х4.

Проводники уравнивания потенциалов, не входящие в состав кабеля прокладывают открыто, с креплением к конструкциям здания с помощью металлических скоб. Расстояние между креплениями определяют при монтаже. Прокладку через стены выполняют в гильзах с диаметром, обеспечивающим свободный проход проводника. Допускается скрытая прокладка в пожароопасных, жарких и сырых помещениях.

8 Расчет молниезащиты

«Молниезащиту II категории должны иметь здания и сооружения классов П-Ш и П-III при условиях» [36]:

- «объекты расположены в местностях со средней грозовой деятельностью 20 грозовых часов в год и более;

- ожидаемое количество поражений не менее 0,05 в год для зданий и сооружений I и II степени огнестойкости;

- ожидаемое количество поражений не менее 0,01 в год для зданий и сооружений I, II и III степеней огнестойкости» [36].

Ожидаемое количество поражений в год зданий и сооружений определяется по формуле (30):

$$N = (S + 3h) \cdot (L + 3h) \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (30)$$

где L и S - ширина и длина сооружения, м;

h - высота здания по его боковым сторонам, м;

n - среднее число поражений молнией 1 км² в год

Для г.Екатеринбург, грозовая деятельность составляет 25 часов в год.

Для нашего здания выпишем данные:

$$L = 16 \text{ м};$$

$$S = 50 \text{ м};$$

$$h = 15 \text{ м};$$

$$n = 2,5$$

Ожидаемое количество поражений в год вычислим по формуле (31):

$$N = (16 + 3 \cdot 15) \cdot (50 + 3 \cdot 15) \cdot 2,5/10^6 = (16 + 45) \cdot (50 + 45) \cdot 2,5/10^6 = 61 \cdot 14 \cdot 2,5/10^6 = 0014$$

Зона защиты одиночно молниеотвода высотой 60-100 м

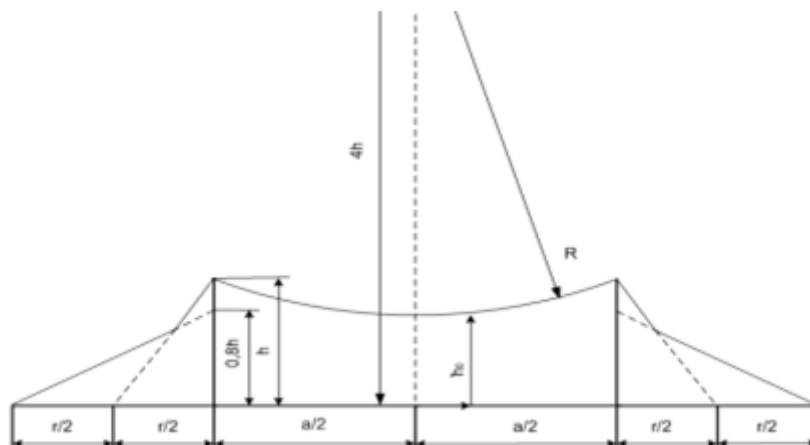


Рисунок 9 - Зона защиты вдвойного стержневого молниеотвода высотой не более 60 м при расстоянии между одиночными молниеотводами, равном а

Высота молниеотвода выбирается такой, чтобы в зону защиты вписывалось все защищаемое здание, как по фасаду, так и в плане.

Рассчитаем высоту молниеотвода:

$$4h_M = R + h_0; \quad (32)$$

$$h_0 = h_{зд} + v; \quad (33)$$

где h_M -высота молниеотвода,

$h_{зд}$ -высота здания

$h_M = (R + h_{зд} + v)/4$, откуда R принимаем 60 м;

$$h_M = (60 + 18,4)/4 = 19,6 \text{ м}$$

Таким образом высота молниеотвода составляет 19,6 метров.

Молниеотвод должен находиться от объекта защиты на расстоянии:

$$v = 0,3 \cdot R_{и} + 0,1 \cdot h_з, \text{ м} \quad (34)$$

где $h_з$ - высота защищаемого здания, м;

$R_{и}$ -импульсное сопротивление заземления молниеотвода, Ом;

Величина $R_{и}$ определяется по формуле:

$$R_{и} = b_i \cdot R_з, \text{ Ом} \quad (35)$$

где $R_з$ - сопротивление растеканию тока заземляющего устройства;

b_i - импульсный коэффициент заземления, определяемый по таблице 124

Таблица 8 - Импульсный коэффициент b_i единичного вертикального заземлителя длиной 2-3 м и диаметром до 6 см

Удельное сопротивление грунта, Ом	5	10	20	30
100	0,85-0,90	0,75-0,86	0,60-0,75	0,50-0,70
500	0,60-0,70	0,50-0,60	0,35-0,45	0,25-0,30
1000	0,46-0,55	0,35-0,45	0,23-0,30	-

Величина импульсного сопротивления заземлителя должна быть не более 10 Ом, а в грунтах с большим удельным сопротивлением ($5 \cdot 10^2$ Ом·м и выше) допускается до 30 Ом.

Удельное сопротивление грунта сильно изменяется в зависимости от района земного шара и времени года.

Таблица 9 - Удельное сопротивление грунта различных пород почв

Почвы	Мин	Среднее	Макс
Зольные почвы, шлаки, засоленные почвы, пустынные	5,9	23	70
Глины, глинистые сланцы, илестая, суглинок	3,4	40	160
Те же с песком или гравием	10	158	1350
Гравий, песок, камни с небольшим количеством глины или суглинка	590	940	4580

Сопротивление растеканию тока примем 8 Ом, тогда:

$$R_{\text{и}}=8 \cdot 0,75=6 \text{ Ом};$$

$$v=0,3 \cdot 6+0,1 \cdot 16=1,8+1,6=3,4 \text{ м};$$

Выводы:

Ожидаемое количество поражений в год для многоквартирного дома $N=0,014$. Была рассчитана высота двухстержневого молниеотвода в соответствии с габаритами здания. Расстояние от молниеотвода до поверхности здания - 3,4 метра, высота молниеотвода - 19,6 метров

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе произведена модернизация сети электроснабжения девятиэтажного жилого дома.

Многоквартирный девятиэтажный жилой дом питается от ВРУ (схема вводного распределительного устройства представлена в графической части ВКР) по двум кабельным линиям (основной и резервный ввод) с разных секций ТП 10/0,4 для взаимного резервирования вводов кабелем АВБбшв 4х120мм²

Переключение между вводами осуществляется трехфазными рубильниками в вводном распределительном устройстве с плавкими вставками. Вводное распределительное устройство осуществляет питание групповых этажных щитов, расположенных с 1 по 9 этажей дома. Групповой этажный щит на 1-5 этаже дома осуществляет питание квартир на 1 этаже. Групповой этажный щит на 2 этаже дома осуществляет питание квартир на 2 этаже многоквартирного дома. Групповой этажный щит на 3 этаже дома осуществляет питание квартир на 3 этаже многоквартирного дома. Групповой этажный щит на 4-8 этаже дома осуществляет питание квартир на 4 этаже многоквартирного дома.

Выбор электрических аппаратов по номинальному току и номинальному напряжению, светотехнический расчет технологических помещений Произведен расчет контура заземления.

Ожидаемое количество поражений в год для нашего здания $N=0,014$ Была рассчитана высота двухстержневого молниеотвода в соответствии с габаритами здания. Расстояние от молниеотвода до поверхности здания - 3,4 метра, высота молниеотвода - 19,6 метров.

Таким образом внедрение мероприятий по электроснабжению жилого здания, предоставленных в работе, является современным и актуальным, так как выполнены с учетом требований, предъявляемых к электроустановкам жилых зданий и согласуется с национальными доктринами о сохранении

здоровья граждан Российской Федерации и энергосбережении. С установкой аппаратов устройств защитного отключения резко снижает риск бытовых электротравм у населения, что приводит электроустановку квартиры в соответствие с действующими нормами по электробезопасности и пожаробезопасности.

В ходе модернизации использована техническая документация и литература список которой прилагается. Модернизация выполнена с учетом последних достижений в области электроснабжения и в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. АГИЕ 5010000000 ИМ Инструкция по монтажу автоматических выключателей серии ВА88 базового габарита 32 в низковольтные комплектные устройства – Москва: изд-во ООО «ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ», 2010 – 27 с
2. ГОСТ 2601-2013 Эксплуатационные документы Единая система конструкторской документации – Введ 01062014 – Москва: Межгос Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2014
3. ВСН59-88 «Электрооборудование жилых и общественных зданий Нормы проектирования»
4. ГОСТ 121019-94 ССБТ Электробезопасность Общие требования и номенклатура видов защиты
5. ГОСТ Р 50807-95 МЭК 755-83 Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током Общие требования и методы испытаний
6. ГОСТ Р 505718-94 (МЭК 364-4-47-81) «Электроустановки зданий Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током»
7. ГОСТ Р 5057111-96 «Электроустановки зданий Часть 7 Требования к специальным электроустановкам Раздел 701 Ванные и душевые помещения»
8. Закон «Об электроэнергетике» Федеральный закон Российской Федерации от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ
9. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Учебник. - Москва: Форум, 2014.
10. Бабурова, Л.И., Зенова, И.М., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта на тему

"Электрообеспечение района города" для специальности 7.090.603 "Электрические системы электропотребления". - Севастополь: СНИЯЭиП, 2004.

11. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

12. Гвоздев, С.М. Энергоэффективное электрическое освещение. Учебное пособие. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013.

13. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.

14. Инструкция по монтажу и паспорт Счетчик электрической энергии многофункциональный ЕвроАЛЬФА – Москва: ЭльстерМетроника, 2005 – 35с.

15. Кабышев АВ Электроснабжение объектов Ч1 Расчёт электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007 – 185с

16. Кабышев АВ, Обухов СГ Расчёт и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 248с.

17. Карякин Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок. — М.: Энергосервис, 2006. — 520 с.

18. Князевский Б. А. Охрана труда в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

19. Козлов В. А. Билик Н. И. Файбисович Д. Л. Справочник по проектированию систем электроснабжения городов. Санкт-Петербург: Энергия, 2013. - 271 с.

20. Коноплёв К.Г. Руководство по выполнению электрической части дипломных проектов по тематике "Электрообеспечение района города". – Севастополь, СНИЯЭиП, 2002. – 84 с.

21. Кудрин Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы.

Учебное пособие для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2013.

22. Лещинская Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: КолосС, 2008. – 655 с.

М, 2003 – 214 с, ил– (Серия «Профессиональное образование»).

23. Маньков В.Д. Основы проектирования систем электроснабжения: справочное пособие. – СПб: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электросервис», 2010 – 664 с.

24. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ – 016 – 2001, с изм и доп 2003г – Москва: Изд-во НЦЭНАС, 2003. - 167 с.

25. Монаков В.К. УЗО Теория и практика. – М.: Из-во «Энергосервис», 2007. - 367 с.

26. Морозова И.М. Проектирование схем энергоснабжения промышленных предприятий и городов: Учеб Пособие. – Екатеринбург, 2004. - 86 с.

27. Найфельд М. Р. Заземление, защитные меры электробезопасности. – М.: Энергия, 1971. – 312 с.

28. Основы техники релейной защиты. – 6-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 376 с.

29. Патрикеев Л.Я. Фомин, А.М. Куликова, Н.А. Электробезопасность. / Л.Я. Патрикеев, А.М. Фомин, Н.А. Куликова - Севастополь, СНИЯЭиП, 2002.

30. Порошенко А.Г. Проектирование электроснабжения с применением ПЭВМ. Учебное пособие. - Барнаул: изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 1994. – 162 с.

31. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов: Уч. пособие для студентов электроэнергет. спец. вузов, 2-е изд., перераб. и доп. / В.М.Блок, Г.К. Обушев и др.; Под ред. В.М. Блок. – М.: Высш.шк., 1990. – 383с.:ил.

32. Правила устройства электроустановок 7-е издание, г Новосибирск, Сиб унив изд, 2010г-557стр
33. Правила устройства электроустановок Главы 11, 12, 17 – 19, 24, 41, 61 – 64, 71, 72, 75, 76, 710 – 7-е изд – Москва: ЭНАС, 2008 – 552 с –
34. Прищеп Л.Г. Проектирование комплексной электрификации. – М.: Колос, 1983. – 271 с.
35. Расчет сопротивления заземления. Учебное электронное текстовое издание / под ред. А.А. Волкова, В. С. Мушников, И. А. Дряхлова, В. С. Цепелев и др. – Екатеринбург.: УрФУ, 2016. – 25 с.
36. РД 153-340-20527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования – Утвержд 23031998 – Москва: РАО «ЕЭС России»; Москва: «Издательство НЦ ЭНАС», 2002 – 152 с.
37. Родина Г.Е. Экономические и организационные вопросы разработки варианта электроснабжения объекта: Методические указания к выполнению дипломных работ конструкторско-технологического характера для студентов специальности 1004 всех форм обучения. - Алт. политехн. ин-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Б.И., 1990. – 35 с.
38. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие. М.: Форум, 2015.
39. СНИП 21-01-97· Пожарная безопасность зданий и сооружений
40. СНИП 23-05-95· Естественное и искусственное освещение СП
41. СО-153-3421122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций – Введ 30062003 – Москва: Минэнерго России, приказ № 380 от 30062003
42. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий
43. Справочник по проектированию электроснабжения/Под редакцией ЮГ Барыбина и др – Москва: Энергоатомиздат, 1990 – 576с
44. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию / под

ред. А.А. Федорова. – М: Энергоатомиздат, 1986. – 586 с.

45. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию Том 2/Под редакцией АА Федорова – Москва: Энергоатомиздат, 1987 – 592с.

46. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб пособие / Авт-сост Е И Чучкалова

47. Техническая коллекция Schneider Electric Выпуск № 11 «Проектирование электроустановок квартир с улучшенной планировкой и коттеджей» Компания «Schneider Electric» – октябрь, 2007 – 240с, ил

48. Тульчин ИК, Нудлер ГИ Электрические сети жилых и общественных зданий: учебное пособие – Москва: Энергоатомиздат – 304с.

49. Федоров А.А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. В двух томах. М.: - "Энергия". - 1972.

50. Федоров А.А. Стракова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.: ил.

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

52. Хорольский В.Я. Прикладные методы для решения задач электроэнергетики. Учебное пособие. М.: Форум, 2015.

53. Шашлов АБ Основы светотехники: учебник для вузов. – Изд 2-е, доп и перераб – Москва: Логос, 2011 –256с – (Новая университетская библиотека)

54. Шеховцов ВП Расчёт и проектирование схем электроснабжения Методическое пособие для курсового проектирования – М: ФОРУМ: ИНФРА

55. Шеховцов ВП Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению – М: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006 – 136 с – (Профессиональное образование).

56. Щербаков Е.Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях. Учебное пособие. Москва: Форум, 2014.
57. Электроснабжение Электронный учебно-методический комплекс: Учеб пособие по курсовому проектированию – Красноярск: ИПК СФУ, 2008
58. Группа компаний IEK // автоматические выключатели серии ВА47- 29 [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wwwiekru/> (Дата обращения 22112017).
59. Интернет-магазин электрооборудования «ЭлектроМир» // каталог автоматических выключателей [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wwwrubilinkru/> (Дата обращения 03122017).
60. Интернет-магазин электрооборудования // каталог автоматических выключателей [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wwwadpru/> (Дата обращения 23122017).
61. Группа компаний Prizma // каталог электрических этажных щитов [электронный ресурс] – Режим доступа: http://wwwprizma-nppru/catalog/electroadjusting-equipment/Zshitki/Zshitki_3040html/ (Дата обращения 12122017).
62. Analysis of Asymmetrical Modes in Medium Voltage Electrical Grids with Compensated Neutral / Girshin S S [et al] // 2016 the 3rd International Conference on Manufacturing and Industrial Technologies Istanbul, May 25-27 2016 Vol 70 DOI: 101051/matecconf/20167010008
63. Continuous-wavelet transform for fault location in distribution power networks: definition of mother wavelets inferred from fault originated transients / A Borghetti [et al] // IEEE Transactions on Power Delivery - 2008 - vol 23.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация электрооборудования жилого девятиэтажного дома

Таблица А.1 – Спецификация электрооборудования многоквартирного дома

Наименование техническая характеристика	Тип, марка, обозначение
1. Щиты:	
1.1. Щиток квартирный учетный распределительный трехфазный навесной внутренний 445x475x125мм	ЩКР-1-18Н
2. Комплектация:	
2.1 Счетчик двух тарифный ЦЭ 6822 кл10, 220В, I=5-50А;3ф4ПР4Т РИ	ЦЭ 6822
2.2 Групповой автоматический выключатель однополюсный с уставкой на 25А, категории С	ВА47-29М 1р 25А хС
2.3. Групповой автоматический выключатель однополюсный с уставкой на 16А, категории С	ВА47-29М 1р 16А хС
2.4. Групповой автоматический выключатель однополюсный с уставкой на 10А, категории С	ВА47-29М 1р 10А хС
2.5. Автомат дифференц 32А, 30мА	АД12 2Р 20А 30МА
3. Светотехнические изделия	
3.1. TN LED 100 4000К	TN LED 100 4000К
3.2. РLI-09-840лм-9Вт-АС12В-А	РLI-9Вт- АС12В-А
4. Электротехнические изделия	
4.1. Штепсельная розетка однофазная с заземляющим контактом, 220В 16А IP23	
4.2 Штепсельная розетка однофазная с заземляющим контактом, 220В 10А IP20	
4.3. Выключатель 220В, 10А, IP20, одноклавишный	
5. Кабели	
51 Кабель с цветной изоляцией ВВГнг – 2х1,5-0,66кВ	
52 Кабель с цветной изоляцией ВВГнг – 3х1,5-0,66кВ	

Продолжение таблицы А.1

53 Кабель с цветной изоляцией ВВГнг – 4х1,5-0,66кВ	
54 Кабель с цветной изоляцией ВВГнг – 3х2,5-0,66кВ	
6 Электромонтажные изделия	
61 Коробка потолочная	Л251 У3
62 Металорукав гофрированный для помещений с агрессивной средой диаметр 25мм	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технические характеристики светильника TN LED 100 4000К

Таблица Б.1 – Технические характеристики светодиодных светильников

п\п	Наименование свойств	Значение
1	Тип ИС	LED
2	Световой поток	800 лм
3	Мощность светильника	9 Вт
4	Цветовая температура	4000 К
5	Напряжение	230 В
6	Температурный режим	от -40 до +40 С
7	Цвет корпуса	серебристый
8	Коэффициент пульсации	<5%
9	Ударопрочность	IK02/0,2 Дж
10	Класс энергоэффективности	A+
11	Степень защиты (IP)	IP44
12	Угол обзора	D120
13	Гарантия	36 мес

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Технические характеристики светильника PLI-09-840лм-9Вт-АС12В-А

Таблица В.1 – технические характеристики светодиодных светильников

п\п	Наименование свойств	Значение
1	Допустимый диапазон напряжений питания	АС 11 – 15В
2	Потребляемая активная мощность	9Вт
3	Световой поток	830лм
4	Цветовая температура	4000-5800К
5	Пульсации светового потока менее	1%
6	Ширина диаграммы излучения	160°
7	Степень защиты оболочки	IP54
8	Температура окружающей среды	от минус 40 до +40°С
9	Габариты	208x121x111мм
10	Эквивалент по световому потоку ламп накаливания и галогенных ламп, компактных люминесцентных ламп	75-100Вт 20Вт
11	Класс энергопотребления	A++
12	Средний срок службы	17-25 лет

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Расчет сечения проводников осветительной сети

Таблица Г.1 – Расчетные данные сечения проводников

№ группы	Нагрузка P, Вт	Длина линии, L м	Сила тока, I _{макс}	Сопротивление, R	Падение напряжения, ΔU , В	Сечение S, мм ²
Гр 1	360	35	1,63	0,40	1,21	3×1,5
Гр 2	240	13	1,09	0,14	0,47	3×1,5
Гр 3	240	26,6	1,09	0,30	0,99	3×1,5
Гр 4	240	6,25	1,09	0,071	0,23	3×1,5
Гр 5	240	5	1,09	0,034	0,11	3×1,5
Гр 6	240	6,25	1,09	0,071	0,23	3×1,5
Гр 7	240	26,6	1,09	0,30	0,99	3×1,5
Гр 8	240	39,7	1,09	0,45	1,48	3×1,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Автоматические выключатели для системы освещения

Таблица Д.1 – Перечень автоматических выключателей для системы освещения

Место установки, тип потребителя	Р, кВт	Ip макс, А	Марка автоматического Выключателя	In ,А	Iэм p, мА
Гр1 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10
Гр2 Освещение	240	1,09	IEK ВА 47-29	2	10
Гр3 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10
Гр4 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10
Гр5 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10
Гр6 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10
Гр7 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10
Гр8 Освещение	360	1,63	IEK ВА 47-29	2	10