

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений
и энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 550

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭТ
_____ А.О. Прокубовская
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА

Исполнитель:
студент группы ЗЭС- 404С

А.А. Иванов

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭТ

Н.В. Шайхадарова

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭТ

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 50 страниц машинописного текста, 19 рисунков, 7 таблиц, 30 источников литературы.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ, СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ, АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ.

Иванов А.А. Электроснабжение индивидуального жилого дома: выпускная квалификационная работа / А. А. Иванов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, каф. энергетики и транспорта. – Екатеринбург, 2018. – 48 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Электроснабжение индивидуального жилого дома». В работе проведена разработка электроснабжение индивидуального жилого дома.

2. Цель работы: выполнить разработку системы электроснабжения индивидуального жилого дома.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выбраны электрические нагрузки, разработаны схемы электроснабжения, произведен светотехнический расчет, рассчитана силовая питающая и распределительная сеть, разработана инструкция по монтажу люстр в жилом доме.

4. Результаты данной работы могут использоваться для разработки электроснабжения жилого дома.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	8
1.1 Особенность индивидуального жилого дома	8
1.2 Назначение индивидуального жилого дома	8
1.3 Характеристика строительство индивидуального жилого дома	9
1.4 Описание объекта	11
2 РАЗРАБОТКА И ВЫБОР ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА.....	13
2.1 Расчет и выбор светотехнических потребителей	13
2.2 Расчёт электрических нагрузок.....	16
2.3 Расчет и выбор аварийного питания.....	18
2.4 Расчет и выбор кабелей.....	21
2.5 Расчет и выбор автоматов защиты.....	24
2.6 Выбор счетчика электроэнергии	26
2.7 Расчёт токов короткого замыкания.....	29
2.8 Расчет и выбор защитного заземления.....	31
2.9 Система уравнивания потенциала	33
2.10 Выбор датчиков движения.....	35
3 РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ ЛЮСТР	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	51
СТАТЬЯ I. ПРИЛОЖЕНИЕ	54

ВВЕДЕНИЕ

Под влиянием новых социальных условий и материальных возможностей людей, под воздействием развивающейся техники и научно-технического прогресса изменяются представления человека о своём жилище, его оценка с точки зрения комфортности, степени удовлетворённости тем или иным решением. Влияют на дом и его оценку, и образ жизни человека, его социальное положение, место жительства, природно-климатические условия, национально-бытовые традиции.

Одним из актуальных вопросов жилищной проблемы является формирование экологического дома, гармонирующего с потребностями человека и окружающей средой, дома высокого качества, устройство которого находится в соответствии с интересами человека, с социальной структурой общества, с требованиями природной и городской среды.

Одним из важнейших элементов среди всех инженерных коммуникаций жилого дома является электроснабжение[27]. В наше время просто невозможно представить себе загородный коттедж без электричества, с его помощью остаются доступными все привычные для городского человека блага цивилизации, комфорт и уют, сокращение времени выполнения рутинных дел.

Всё обширнее становится перечень электрооборудования, используемого в загородных домах. Теперь, кроме привычных холодильников, обогревателей, пылесоса и светильников, обеспечить электроэнергией часто требуется скважинные насосы, тёплые полы, кондиционеры, электрические сауны, подогрев бассейнов, уличные ландшафтные светильники и многое другое.

Для бесперебойной и безопасной работы систем водоснабжения, отопления, бытовых приборов и освещения потребуется исключительно грамотный подход в вопросах организации электроснабжения дома.

В большинстве случаев подключение к ЛЭП производится воздушным путём с использованием изолированного кабеля или провода в негорючей оболочке, часто проложенном на стальном тросе. Выбирают вводные провода и кабели в соответствии с ПЭУ. Для подключения дома по земле применяется бронированный кабель, по характеристикам согласованный в Энергонадзоре.

Чаще всего ввод для дачного или садового дома осуществляется по однофазной схеме. Однако если требуется запитать большое количество мощных бытовых приборов и потребление энергии существенно превышает 4 кВт в час, то целесообразно использовать линию трёхфазную с тремя линейными и одним нейтральным проводом.

Иногда можно столкнуться с ограничением мощности, выделенной для конкретных домов (дачные посёлки не более 3 кВт, в населённых пунктах до 6 кВт, новые коттеджные городки около 15-25 кВт). Если потребность превышает данный лимит, выходом из ситуации может быть применение специальной автоматики, которая по заданной программе обеспечивает бесперебойную работу основных потребителей за счёт второстепенных [1].

Превышение ограничений и лимитов ведёт к падению напряжения в общей сети и может вызвать аварийное отключение электроснабжения.

В частном доме в отличие от городской квартиры имеется возможность интегрировать в систему электроснабжения источники аварийного электропитания. Это могут быть дизельные, газовые, бензиновые генераторы. При недостатке мощностей или сбоях в общих сетях, они запускаются автоматически или вручную. Генераторы располагают на подготовленных площадках снаружи помещений в специальных кожухах или в подсобных строениях.

Объектом исследования является индивидуальный жилой дом.

Предметом исследования является электрооборудование индивидуального жилого дома.

Цель выпускной квалификационной работы: выполнить разработку системы электроснабжения индивидуального жилого дома.

Задачи:

- рассчитать электрические нагрузки;
- разработать схему электроснабжения;
- произвести светотехнический расчет;
- рассчитать силовую питающую и распределительную сеть;
- разработать инструкцию по монтажу люстр в жилом доме.

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

1.1 Особенность индивидуального жилого дома

Данный критерий дает характеристику дома как отдельно стоящей постройки. Это одно из отличий индивидуального жилого дома с одной стороны, от домов блокированных (квартиры расположены блоками), с другой стороны – от квартир многоуровневых в домах многоквартирных. От всех перечисленных видов домов индивидуальный жилой дом имеет отличия следующего типа: все несущие конструкции предназначены только для него и являются как бы личной собственностью конкретного здания; он стоит на своем собственном фундаменте и имеет стены, предназначенные только для него.

1.2 Назначение индивидуального жилого дома

Отличие индивидуального жилого дома от других в том, что он является жилым домом, да еще и индивидуальным. Имеется в виду то, что в нем живет только одна семья. Согласно Жилищному кодексу дому присваивается назначение жилого, если в здании есть жилые и дополнительные помещения, имеющие функцию вспомогательных. Все эти помещения предназначаются для удовлетворения бытовых или других потребностей, которые имеют непосредственную связь с проживанием только в этом доме. Главное преимущество индивидуального жилого дома перед другими в том, что в нем всегда живут люди. Здесь протекают такие жизненно необходимые процессы, как прием и приготовление еды, сон и отдых, личная гигиена, туалет, хранение продуктов и вещей, уход за всеми имеющимися предметами, работа, увлечения, пользование инженерными коммуникациями дома. В юридическом смысле семья – это объединение лиц, связанных между собой обоюдными правами и

обязанностями. Они возникают из таких процессов, как брак, родство, усыновление. Но понятие это достаточно общее и далеко не единственное. Законодательством понятие семьи не определяется, и это дает большие возможности расширить круг людей, попадающих под такое понятие как «одна семья».

1.3 Характеристика строительство индивидуального жилого дома

Строительство индивидуального жилого дома очень часто используется на загородных участках, так как оно не требует значительных вложений. Иногда такие строения возводят и в определенной части города. Такая жилая местность имеет название коттеджный городок. Там строения подразумевают их использование не одной семьей, а несколькими. Как правило, они двухэтажные здания с отдельно проведенными коммуникациями к каждой квартире. Стоимость жилых помещений в коттедже такого типа значительно ниже, чем стоимость постройки полноценного дома и практически каждый человек может позволить себе такую жилплощадь. Коттеджи на несколько семей строятся из кирпича или ракушняка. Эти строительные материалы очень прочны и долговечны.

Очень большой популярностью среди способов возведения коттеджей на дачных участках пользуются быстровозводимые модульные дома. Они очень легкие и просты в эксплуатации. Количество комнат в таких сооружениях насчитывается 3 штуки. В них входит спальня, ванная комната и кухонная зона, которая совмещена с гостиной. Такой вариант на данный момент называется «студия» и она нашла широкое применения у любителей нестандартных планировок в жилых помещениях.

Какой бы ни был коттедж, его нужно утеплять. Для этого производители выпускают разнообразные материалы. Они отличаются не только своей ценовой политикой, но еще и качеством. Каждый сможет найти утеплитель по своему карману. Самыми дешевыми вариантами этих материалов считаются пенопласт и

минеральная вата. Они оптимально подходят для утепления внутренних стен сооружения.

Иногда используют в строении коттеджей мансардные крыши. Они позволяют обеспечить дополнительную полезную площадь. При этом крыша и ее перекрытия должны быть в достаточной мере утеплены. Иначе может возникнуть проблема с потерей тепла и нарушением температурного режима в доме.

Коттеджи строят, в большинстве случаев, в курортных зонах. Они подразумевают использование только в теплое время года и не предназначены для эксплуатации зимой. Как правило, их стены очень тонкие и даже не смотря на утеплители, очень хорошо пропускают холод.

Самым экологически чистым считается коттедж из дерева. Он наделен высокой теплостойкостью и способен поддерживать постоянно один и тот же температурный режим.

Планировку в коттеджах Вы можете изменять самостоятельно. Для этого понадобятся листы гипсокартона и ОСБ, которые будут крепиться на предварительно сделанный металлический каркас. Это часто используют для разделительных стен.

Пол в коттедже также требует утепления. Если строение не из кирпича, то фундамент очень часто делают только по периметру стен здания. При каменном строении стяжка и цокольный этаж идет монолитом.

Также перед началом строительства коттеджа необходимо учесть возможность расширения полезной площади. Речь сейчас идет об использовании и применении для этих целей крыши строения. Ее в дальнейшем можно будет сделать мансардной. Такой коттедж будет считаться полтораэтажным. Фундамент при этом должен выдерживать дополнительные нагрузки.

В основном фундамент для таких строений делают на глубину около 70-90см. Такое основание в дальнейшем сможет выдержать большую нагрузку на него и без значительных деформаций. Со временем нужно будет укреплять старое основания коттеджа.

Очень популярным считается автоматизация всех процессов в жилом помещении. Современные строители часто предлагают клиентам возможность построения умного дома. Такая технология подходит и для возведения коттеджей. Такая система значительно экономит Ваше время и денежные траты на оплату коммунальных услуг.

1.4 Описание объекта

Данный тип дома является малоэтажным жилым домом, представляющий собой дом со всеми удобствами. Индивидуальный жилой дом относят к усадебным домам, что одновременно составляет его достоинства и недостатки как определённого типа дома. Усадебный жилой дом идёт от традиционной сельской усадьбы с хозяйственными постройками. До 90-х годов усадебный дом однозначно считался сельским типом. В связи с нерациональным неэкономичным использованием территории и наличием хозяйственных построек для выращивания животных, его строительство не допускалось в городской застройке. В последние годы в нашей стране изменилось в целом отношение к городской застройке. Теперь в городе допускается строительство любых типов домов при соответствующем обосновании и комплексном учёте всех факторов. Естественным ограничителем использования коттеджных усадебных домов для городской застройки, их применение, является высокая стоимость земли. Однако бесценным достоинством этого дома остаётся близость к земле и как следствие – экологичность образа жизни. Поэтому в обозримом будущем коттеджный дом пока не имеет себе альтернативы[17].

Индивидуальный жилой дом относится ко второму классу ответственности и имеет габаритные размеры 1820×17950.

Индивидуальный жилой дом находится в коттеджном поселке Новая Рассоха. Он находится в зоне умеренно континентального климата с характерной резкой изменчивостью погодных условий, хорошо выраженными сезонами года. Самая

высокая температура, отмеченная в этом районе за весь период наблюдений, +38,8°С (1 июля 1911 года), а самая низкая –46,7 °С (31 декабря 1978 года). Грунт в районе дома суглинок.

Заданная нагрузка штепсельных розеток и иных потребителей заказчиком приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Нагрузка штепсельных розеток и других потребителей

Наименование потребителей	Нагрузка P_H , кВт	Коэффициент спроса K_C
Кухня	1,06	0,6
Электрическая плита	8	0,85
Зал	0,6	0,6
Котельная, холл 1, гостевая	0,4	0,6
Гараж и прачечная	1,25	0,6
Спальня 1, сан узел 2	0,8	0,6
Спальня 2	0,8	0,6
Холл 2, сан узел 3, спорт зал	1	0,6
Спальня 3	0,9	0,6
Насос системы отопления	0,11	1
Насос системы горячего водоснабжения	0,11	1
Электронагреватели воронок	0,4	1
На другие постройки (перспектива)	6	0,8
Панель управления гаражными воротами	0,1	1

Так же из-за возможных частых перебоев электроснабжения чаще всего предусматривают аварийное питание от генератора. Электроснабжение коттеджа осуществляется от понижающего трансформатора ТП 10/0,4, S=25кВА на удалении 30 метров.

Так же заданы параметры уличного освещения лампы Светильник светодиодный ТОПОЛЬ (ДКУ) 100Вт IP67 10000Лм КСС Д (СП-ДКУ-33-100-1126-67X) – 5шт. и один светильник светодиодный ТОПОЛЬ (ДКУ) 60Вт IP67 6000Лм КСС Д (СП-ДКУ-33-060-1125-67X).

2 РАЗРАБОТКА И ВЫБОР ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

2.1 Расчет и выбор светотехнических потребителей

В таблице 2 приведены исходные данные светотехнического расчета.

Таблица 2– Исходные данные светотехнического расчета

№	Наименование помещения	Е _н , Лк	Габаритные размеры	
			а, м	в, м
1	Кухня	150	4,8	3,3
2	Зал	150	4,8	7,65
3	Котельная	100	2,52	3,3
4	Санузел 1	75	2,1	2,6
5	Прачечная	50	3	3,3
6	Холл 1	75	7,02	4,2
7	Гостевая комната	150	4,12	3,45
8	Тамбур	50	2,9	3,45
9	Гараж	100	5,8	7
10	Терраса	75	4,9	3,3
11	Спальня 1	150	5,08	4,06
12	Кабинет	150	3,6	3,6
13	Спальня 2	150	5,08	3,6
14	Коридор 1	75	1,45	3
15	Санузел 2	75	2,9	3,3
16	Санузел 3	75	2,9	3,3
17	Холл 2	75	7,02	4,2
18	Спальня 3	150	5,51	3,45
19	Коридор 2	75	1,46	3,45
20	Спортзал	100	5,8	7

Для расчета распределенного освещения можно руководствоваться любым методом расчета. В данном случае я провожу расчет освещения по методу удельной мощности. Он дает несколько приближенное, но зато более простое решение задачи расчёта суммарной установленной мощности осветительной установки. Этот метод применяется для расчёта мощности осветительных

установок при равномерном размещении светильников общего освещения. Задача расчета сводится к определению необходимого числа осветительных приборов, мощности, установленных в них источников света и суммарной мощности осветительной установки.

Метод удельной мощности основан на зависимости между мощностью источника света, освещенностью и размером освещаемой площади.

Исходными данными для расчета являются:

- тип светильника;
- нормируемая освещенность;
- коэффициент отражения поверхностей;
- геометрические размеры помещений.

По таблицам удельной мощности [4, табл. 5.25-5.40] определяется удельная мощность для данного помещения, исходя из заданных значений нормируемой освещенности, коэффициентов отражения поверхностей, коэффициентов запаса, площади и высоты помещения, типа светильника [15].

По удельной мощности определяется мощность осветительной установки помещения:

$$P = W \cdot S, \quad (1)$$

где W – удельная мощность при заданной освещенности, диапазона высоты подвеса светильников и площади помещения, (Вт/м²);

S – освещаемая площадь, (м²).

Для перехода к удельной мощности, необходимой для создания освещенности отличной от 100лк, используется формула:

$$W_x = \frac{W_{100} \cdot E_x}{100}, \quad (2)$$

где W_{100} – удельная мощность при освещенности 100лк, (Вт/м²);

E_x – нормируемая освещенность, (Лк).

В соответствии с выбранным типом светильников [3, стр.224] определяется мощность осветительной установки.

Число источников света определяется по формуле:

$$N = \frac{P}{P_{св}}, \quad (3)$$

где P – мощность осветительной установки, (Вт);

$P_{св}$ - мощность лампы в светильнике, (Вт).

Рассмотрим данный метод расчета на конкретном примере.

Для кухни помещения под номером 1 площадью $15,84\text{м}^2$ рассчитывается общее равномерное освещение. В качестве источников света выбран ЛЛ Osram E27 14W, нормируемая освещенность $E=150\text{Лк}$.

Определяем расчетную удельную мощность, необходимую для создания освещенности отличной от 100Лк :

$$W_1 = \frac{0,88 \cdot 150}{100} = 4,22 \text{Вт} / \text{м}^2 .$$

Определяем мощность осветительной установки:

$$P = 4,22 \cdot 15,84 = 70,01 \text{Вт} .$$

Находим число светильников:

$$N = \frac{70,01}{14} \approx 5 .$$

По аналогии производим расчеты для остальных помещений и весь светотехнический расчет сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Светотехнический расчет

№	Тип ртутной лампы	Площадь помещения $S, \text{м}^2$	Удельная мощность, $\text{Вт}/\text{м}^2$	Расчетная удельная мощность, Вт	Мощн. лампы $P_{св}, \text{Вт}$	Мощн. осв. устан. $P, \text{Вт}$	Кол-во ламп $N, \text{шт.}$
1	Osram E27 14W	15,84	0,88	4,42	14	70,01	5
2	Osram E27 14W	36,72	0,38	1,91	14	70,14	5
3	Osram E27 14W	8,32	1,68	3,37	14	28,04	2

Окончание таблицы 3

4	Osram E27 14W	5,46	2,56	2,56	14	13,98	1
5	Osram E27 14W	9,90	1,41	5,66	14	56,03	4
6	Osram E27 14W	29,48	0,47	2,85	14	84,02	6
7	Osram E27 14W	14,21	0,98	4,92	14	69,91	5
8	Osram E27 14W	10,01	1,40	2,80	14	28,03	2
9	Osram E27 14W	40,60	0,34	2,07	14	84,04	6
10	Osram E27 14W	16,17	0,87	1,73	14	27,97	2
11	Osram E27 14W	20,62	0,68	3,39	14	69,90	5
12	Osram E27 14W	12,96	1,08	3,24	14	41,99	3
13	Osram E27 14W	18,29	0,77	3,83	14	70,05	5
14	Osram E27 14W	4,35	3,22	3,22	14	14,01	1
15	Osram E27 14W	9,57	1,46	2,93	14	28,04	2
16	Osram E27 14W	9,57	1,46	2,93	14	28,04	2
17	Osram E27 14W	29,48	0,47	2,85	14	84,02	6
18	Osram E27 14W	19,01	0,74	3,68	14	69,96	5
19	Osram E27 14W	5,04	2,78	2,78	14	14,01	1
20	Osram E27 23W	40,60	0,57	3,40	23	138,04	6

2.2 Расчёт электрических нагрузок

Удельная электрическая нагрузка $P_{уд}$ кВт:

$$P_{уд} = \sum P_{ЭП}, \quad (4)$$

где $\sum P_{ЭП}$ - сумма мощностей всех групп электроприемников.

$$P_{уд} = 0,208 + 0,098 + 0,21 + 0,66 + 0,252 + 0,168 + 0,138 + 1,06 + 8 + 0,6 + 0,4 + 1,25 + 0,8 + 0,8 + 1 + 0,9 + 0,11 + 0,11 + 0,4 + 6 + 0,098 + 0,1 = 23,36 \text{ кВт}.$$

Расчетная фазная нагрузка $P_{уд.ф.}$ кВт:

$$P_{уд.ф.} = \sum P_{ЭП.ф.}, \quad (5)$$

где $\sum P_{ЭП}$ - сумма мощностей всех групп электроприемников.

$$P_{уд.А} = 0,208 + 0,66 + 0,138 + 0,6 + 0,8 + 0,9 + 0,4 = 3,71 \text{ кВт};$$

$$P_{уд.В} = 0,098 + 0,252 + 1,06 + 0,4 + 0,8 + 0,11 + 0,098 = 2,82 \text{ кВт};$$

$$P_{уд.С} = 0,21 + 0,168 + 8 + 1,25 + 1 + 0,11 + 0,1 = 10,84 \text{ кВт}.$$

Величина неравномерности, показывает величину неравномерности распределения фаз:

$$H = \frac{P_{\text{ф.нб}} - P_{\text{ф.нм}}}{P_{\text{ф.нм}}} \cdot 100\% , \quad (6)$$

где $P_{\text{ф.нб}}$, $P_{\text{ф.нм}}$ - мощность наиболее и наименее загруженной фазы, кВт.

При $H > 15\%$ и включении на фазное напряжение:

$$P_y = 3P_{\text{м.ф}} , \quad (7)$$

где P_y - условная 3-фазная мощность (приведенная), кВт;

$P_{\text{м.ф}}$ - мощность наиболее загруженной фазы, кВт.

При $H > 15\%$ и включении на линейное напряжение:

$$P_y = \sqrt{3}P_{\text{м.ф}} - \text{для одного электроприемника};$$

$$P_y = 3P_{\text{м.ф}} - \text{для нескольких электроприемников.}$$

$$H = \frac{10,84 - 2,82}{2,82} \cdot 100\% = 284\% ;$$

$$P_y = 3 \cdot 10,84 = 32,5 \text{ кВт} .$$

Расчетная активная мощность будет равна:

$$P_p = K_{\text{с.ср}} (P_y + P_{3\phi}) , \quad (8)$$

где $K_{\text{с.ср}}$ - средний коэффициент спроса однофазных электроприемников;

P_y - приведенная мощность однофазных электроприемников;

$P_{3\phi}$ - мощность трехфазных электроприемников.

$$P_p = 0,84 \cdot (32,5 + 6) = 32,34 \text{ кВт} .$$

Расчетная реактивная нагрузка жилого дома Q_p квар:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg} \varphi , \quad (9)$$

где $\text{tg} \varphi$ - коэффициент реактивной мощности.

$$\arccos 0,92 = 23^\circ ;$$

$$\text{tg} \varphi = \text{tg} 23^\circ = 0,42 ;$$

$$Q_p = 32,34 \cdot 0,42 = 13,58 \text{ квар} .$$

Расчет полной мощности S_p , кВА:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} ; \quad (10)$$

$$S_p = \sqrt{32,34^2 + 13,58^2} = 35,08 \text{кВА}.$$

2.3 Расчет и выбор аварийного питания

Проблема электроснабжения для владельцев коттеджей стала особенно актуальной. Популярным устройством для снабжения дома электроэнергией является дизель генератор 5кВт. Популярность дизель-генератора такой мощности обусловлена тем, что он является высокоэкономичным и одновременно имеет запас мощности для нормального снабжения всех бытовых потребителей в доме бесперебойной подачей электроэнергии. Многие владельцы частных домов при наличии централизованного снабжения электрической энергией приобретают дизельные генераторы для дома в связи с частым возникновением перебоев в подаче электрической энергии[13].

Дизельные генераторы для дома отличаются от других типов генераторов наличием возможности непрерывно работать на протяжении длительного времени. Современные генерирующие установки комплектуются моторами на дизтопливе с различной мощностью и различными по мощности электрогенераторами, что позволяет их использовать не только для обеспечения электрической энергией дома, но и мастерской на частном дворе при наличии таковой.

Осуществляя выбор дизельных генераторов для дома, следует учитывать целевое назначение оборудования, частоту использования установки для автономной генерации электрической энергии и место предполагаемого размещения устройства.

Выбор любого генератора на дизельном топливе осуществляется в соответствии со следующими критериями:

- мощность и габариты оборудования;
- номинальный расход топлива в процессе работы установки;
- показатель шумности;
- количество фаз на электрогенерирующем устройстве;

- тип генерирующего устройства;
- используемая система охлаждения двигательной установки;
- разновидность системы управления установкой;
- тип корпуса установки.

Чаще всего в продаже для бытового электроснабжения можно найти однофазный генератор дизельный 5кВт мощности с напряжением 220В и частотой переменного тока 50-60Гц. Такие параметры выходного тока являются стандартными для использования в бытовых электросетях. Если показатели потребления превышают вырабатываемую мощность, то производители предлагают вниманию потребителя дизельный генератор 10кВт мощности. В случае если предполагается подключение к электропитанию трехфазной аппаратуры, то потребуется приобретение трехфазного дизель генератора 10кВт.

Для того чтобы в бытовой сети поддерживалось высокоточное стабильное напряжение и был достаточный запас мощности для потребителей дома, рекомендуется приобретать синхронный генератор дизельный 5,5кВт мощности. Разброс показателей напряжения у такого генерирующего устройства не превышает 5% от номинального. Использование такого агрегата дает возможность подключать к электросети приборы, являющиеся чувствительными к скачкам напряжения. Использование в сети асинхронного дизельного генератора 6кВт не позволяет подключать к сети питания чувствительную аппаратуру в связи с тем, что такой агрегат имеет менее точные параметры стабилизации напряжения, погрешность стабилизации может достигать 10% от номинального[5].

В отношении размера генерирующего агрегата прослеживается зависимость: чем больше мощность устройства, тем больше размер агрегата. Наблюдается прямо пропорциональная зависимость.

Устройство нужно выбирать в зависимости от потребляемой мощности всеми одновременно включенными потребителями электроток. Дополнительно при выборе агрегата следует учитывать планируемое место монтажа электрогенерирующего оборудования. Промышленностью выпускаются агрегаты

различного мощностного диапазона. При выборе оборудования сначала нужно посчитать используемую мощность в доме.

Для того чтобы узнать используемую мощность в доме, следует просуммировать используемые мощности всех одновременно включаемых потребителей энергии. Генератор следует покупать с запасом мощности на будущее. Например, если одновременное потребление электротока в доме составляет 5кВт, и не планируется ее увеличение, то рекомендуется приобретать дизельный генератор 6кВт. Запаса мощности такого агрегата хватит для потребителей и на компенсацию реактивных нагрузок. Мощность любого потребителя указывается в техпаспортах на приборы.

Для квартиры вполне достаточно приобрести дизельный генератор 3,5кВт. Такие устройства, как правило, имеют компактные размеры и являются практически бесшумными в работе, что позволяет такой электрогенератор установить на балконе и вывести систему выхлопа отработанного газа наружу. Для небольшого домика, оборудованного приборами освещения, маленьким холодильником и маломощным котлом, достаточно будет приобрести генераторы дизельные для дома в 3кВт[19].

Выбирая генераторную установку, следует учитывать, что она не должна постоянно функционировать на пределе мощностных показателей. Длительная работа устройства на пределе возможностей снижает в значительной мере моторесурс. Оптимальной для устройства является нагрузка равная 75% от максимальной.

Для освещения достаточно использовать для электроснабжения генераторы дизельные для дома с 3кВт мощности. При наличии в доме холодильника, телевизора и котла отопления рекомендуется использовать дизель генератор 5кВт. В случае, если владелец дачного домика время от времени использует в работе дрель, электропилу или болгарку, то рекомендуется приобретать дизель генератор 10кВт. Установка с таким запасом мощности позволит использовать на дачном или

приусадебном участке любой тип бытового электроинструмента без ущерба для генерирующей установки[2].

Для данного района расположения перебои с электропитанием бывают не длительными, не более часа так не требует снижения на 25% т.к. не основное питание от сети. По согласованию с заказчиком коэффициент необходимой нагрузки при аварийном питании $K_H=0,22$.

$$S_{a.p} \leq S_n, \quad (10)$$

где $S_{a.p}$ – расчетная полная аварийная мощность;

S_n – полная мощность генератора.

$$S_{a.p} = S_p \cdot K_H; \quad (11)$$

$$S_{a.p} = 35,08 \cdot 0,22 = 7,72 \text{кВА}.$$

Выбираем трехфазный дизель генератор HIMOINSA HYW-8 T5 M6 с номинальной полной мощностью $S_n=8,3\text{кВА}$, с нулевым проводом для однофазной нагрузки. Это дизельный двигатель и асинхронный генератор на одном валу и он изображен на рисунке 1.

$$7,72 \text{кВА} < 8,3 \text{кВА}.$$



Рисунок 1 – Дизель-генератор HIMOINSA HYW-8 T5 M6

2.4 Расчет и выбор кабелей

Расчетный ток I_p , А нагрузки определяется по формулам:

а) для трехфазной четырехпроводной и трехпроводной сетей

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi); \quad (12)$$

б) для однофазной сети

$$I_p = P / (U \cdot \cos \varphi), \quad (13)$$

где P - расчетная максимальная нагрузка, Вт;

U - номинальное напряжение сети, В;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности.

Ток расчетный для электроплиты определяется по формуле (13):

$$I_p = 8000 / 220 \times 1 = 36,36 \text{ А}.$$

Аналогичным способом рассчитываются остальные электроприемники и данные заносятся в таблицу 4.

Для всех электроприемников выбирается сечение проводника по условию и данные заносятся в таблицу 4.

$$I_{д.к.} \geq I_p. \quad (14)$$

Выбираю провод для электроплиты марки ВВГнг(3х4) с сечением $S=4\text{мм}^2$,
 $I_{д.к.} = 38\text{А}.$

$$38\text{А} > 36,36\text{А}.$$

Условие выполняется, следовательно, провод выбран правильно.

Электрические сети, выбранные по току нагрузки и рассчитанные на нагрев, проверяются на потерю напряжения по формуле:

$$\Delta U = (10^5 / U_{ном}^2) \times P_{ном} \times l \times (r_0 + x_0 \times tg \varphi), \quad (15)$$

где $U_{ном}$ - номинальное напряжение сети, В;

$P_{ном}$ - номинальная мощность электроприемника, кВт;

l - длина питающей линии, км;

r_0 - активное сопротивление проводника, мОм/м;

x_0 - реактивное сопротивление проводника, мОм/м.

Проверяю выбранный провод для электроплиты на потерю напряжения по формуле (15):

$$\Delta U = (2 \cdot 10^5 / 220^2) \cdot 8 \cdot 0,0261 \cdot ((4,65 + 0,095 \cdot 0) \cdot 10^{-3}) = 4,01\% .$$

Так как $\Delta U < 5\%$, кабель выбран правильно.

Таблица 4 – Выбор кабелей

№	Потребители	P_H , кВт	cosφ	tgφ	I_p , А	Марка кабеля	$I_{д.к.}$, А	l , м	ΔU , В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Электроосвещение зала, кухни, террасы	0,208	0,92	0,43	1,03	ВВГнг(3х1,5)	19	33,35	3,61
2	Электроосвещение котельной, санузла 1, прачечной	0,098	0,92	0,43	0,48	ВВГнг(3х1,5)	19	28,275	2,89
3	Электроосвещение холла 1, гостевой, тамбура лестницы	0,21	0,92	0,43	1,04	ВВГнг(3х1,5)	19	24,65	2,70
4	Электроосвещение входа, уличное освещение	0,66	0,92	0,43	3,26	ВВГнг(3х1,5)	19	46,4	3,19
5	Электроосвещение спален 1 и 2 коридора, кабинета, санузлов 2 и 3	0,252	0,92	0,43	1,25	ВВГнг(3х1,5)	19	36,25	3,33
6	Электроосвещение спальни 3, коридора, холла 2	0,168	0,92	0,43	0,83	ВВГнг(3х1,5)	19	30,45	2,66
7	Электроосвещение спортзала	0,138	0,92	0,43	0,68	ВВГнг(3х1,5)	19	21,75	1,56
8	Штепсельные розетки кухни	1,06	0,9	0,48	5,35	ВВГнг(3х2,5)	27	30,45	3,02
9	Штепсельная розетка электрической плиты	8	1	0,00	36,36	ВВГнг(3х4)	38	26,1	4,01
10	Штепсельные розетки зала	0,6	0,9	0,48	3,03	ВВГнг(3х2,5)	27	24,65	4,61
11	Штепсельные розетки котельной, холла 1, гостевой	0,4	0,9	0,48	2,02	ВВГнг(3х2,5)	27	24,65	3,08

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

12	Штепсельные розетки гаража и прачечной	1,25	0,9	0,48	6,31	ВВГнг(3х2,5)	27	25,375	3,96
13	Штепсельные розетки спальни 1, сан узла 2	0,8	0,9	0,48	4,04	ВВГнг(3х2,5)	27	36,25	3,62
14	Штепсельные розетки спальни 2	0,8	0,9	0,48	4,04	ВВГнг(3х2,5)	27	33,35	3,33
15	Штепсельные розетки холла 2, сан узла 3, спорт зала	1	0,9	0,48	5,05	ВВГнг(3х2,5)	27	34,8	4,34
16	Штепсельные розетки спальни 3	0,9	0,9	0,48	4,55	ВВГнг(3х2,5)	27	18,56	2,08
17	Насос системы отопления	0,11	0,9	0,48	0,56	ВВГнг(3х1,5)	19	18,85	2,16
18	Насос системы горячего водоснабжения	0,11	0,9	0,48	0,56	ВВГнг(3х1,5)	19	18,85	2,16
19	Электронагреватели воронок	0,4	0,9	0,48	2,02	ВВГнг(3х1,5)	19	26,1	4,35
20	Другие постройки (перспектива)	6	0,9	0,48	30,30	ВВГнг(5х10)	50	26,1	3,24
21	Электроосвещение гаража	0,098	0,92	0,43	0,48	ВВГнг(3х1,5)	19	19,575	1,00
22	Панель управления гаражными воротами	0,1	0,7	1,02	0,65	ВВГнг(3х1,5)	19	17,4	0,91
23	Генератор	6,6	0,92	0,426	13,35	ВВГнг(4х16)	75	30	2,06
24	Ввод	23,362	0,92	0,426	47,25	ВВГнг(4х25)	90	30	4,74

2.5 Расчет и выбор автоматов защиты

Автоматический выключатель выбирается по условию зависимо от нагрузки и данные заносится в таблицу 5.

$$I_{т.р} \geq 1,1 \times I_p. \quad (16)$$

Выбираю автоматический выключатель для электроплиты типа: EASY 9 1П+Н 40А 30МА С АС 4,5кА 230В, $I_{т.р.}=40А$ с дополнительной дифференциальной защитой.

$$I_{т.р} = 1,1 \cdot 36,36 = 39,99 А;$$

$40A > 39,99A$.

Условие выполняется, следовательно, автоматический выключатель выбран правильно.

Таблица 5- Выбор автоматов

№	Потребители	P_H	$\cos\varphi$	I_p	Марка автомата	$I_{T.p}$	$I_{д.к.}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Электроосвещение зала, кухни, террасы	0,208	0,92	1,03	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
2	Электроосвещение котельной, санузла 1, прачечной	0,098	0,92	0,48	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
3	Электроосвещение холла 1, гостевой, тамбура лестницы	0,21	0,92	1,04	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
4	Электроосвещение входа, уличное освещение	0,66	0,92	3,26	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
5	Электроосвещение спален 1 и 2 коридора, кабинета, санузлов 2 и 3	0,252	0,92	1,25	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
6	Электроосвещение спальни 3, коридора, холла 2	0,168	0,92	0,83	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
7	Электроосвещение спортзала	0,138	0,92	0,68	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
8	Штепсельные розетки кухни	1,06	0,90	5,35	EASY 9 1П+Н 16А 30мА С АС 4,5кА 230В	16	27
9	Штепсельная розетка электрической плиты	8	1,00	36,36	EASY 9 1П+Н 40А 30мА С АС 4,5кА 230В	40	38
10	Штепсельные розетки зала	0,6	0,90	3,03	EASY 9 1П+Н 16А 30мА С АС 4,5кА 230В	16	27
11	Штепсельные розетки котельной, холла 1, гостевой	0,4	0,90	2,02	EASY 9 1П+Н 16А 30мА С АС 4,5кА 230В	16	27
12	Штепсельные розетки гаража и прачечной	1,25	0,90	6,31	EASY 9 1П+Н 16А 30мА С АС 4,5кА 230В	16	27
13	Штепсельные розетки спальни 1, сан узла 2	0,8	0,90	4,04	EASY 9 1П+Н 16А 30мА С АС 4,5кА 230В	16	27

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Штепсельные розетки спальни 2	0,8	0,90	4,04	EASY 9 1П+Н 16А 30МА С АС 4,5кА 230В	16	27
15	Штепсельные розетки холла 2, сан узла 3, спорт зала	1	0,90	5,05	EASY 9 1П+Н 16А 30МА С АС 4,5кА 230В	16	27
16	Штепсельные розетки спальни 3	0,9	0,90	4,55	EASY 9 1П+Н 16А 30МА С АС 4,5кА 230В	16	27
17	Насос системы отопления	0,11	0,90	0,56	EASY 9 1П 6А В 4,5кА 230В	6	19
18	Насос системы горячего водоснабжения	0,11	0,90	0,56	EASY 9 1П 6А В 4,5кА 230В	6	19
19	Электронагреватели воронок	0,4	0,90	2,02	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
20	Другие постройки (перспектива)	6	0,90	30,30	EASY 9 3П 25А В 4,5кА 400В	25	50
21	Электроосвещение гаража	0,098	0,92	0,48	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
22	Панель управления гаражными воротами	0,1	0,70	0,65	EASY 9 1П 10А В 4,5кА 230В	10	19
23	Ввод	23,362	0,92	47,25	EASY 9 (УЗО) 4П 40А 300МА АС 400В	63	90
24	Переключение	23,362	0,92	47,25	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ-РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ INS80 3П	63	90

2.6 Выбор счетчика электроэнергии

Электроэнергия — это товар, и как любой товар электроэнергия нуждается в измерении и учете. Подходить к выбору счетчика электрической энергии нужно осознанно, поскольку от этого будут зависеть ваши расходы на электроэнергию и безопасность вашего дома[29].

Технические параметры и метрологические характеристики счётчиков электрической энергии должны соответствовать требованиям ГОСТ 52320-2005. Тип электросчетчика должен быть утвержден федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию и метрологии и внесен в государственный реестр средств измерений.

Однофазные электросчетчики подключаются к одной фазе и рассчитаны на напряжение 220В. (в основном, это квартиры, частные жилые дома, небольшие офисы, ларьки, магазины и т.д.).

Трехфазные электросчетчики подключаются к трем фазам и рассчитаны на уровень напряжения от 380В. Такие счетчики применяются в больших коттеджах, кафе и ресторанах, крупных магазинах, салонах красоты, а также на промышленных объектах и в крупных административных зданиях.

Класс точности электросчетчика - это максимально-допустимая погрешность при измерении электрической энергии, которая выражается в процентах. Класс точности счетчика можно узнать в паспорте или на его шкале (чаще всего он изображается в кружочке). Чем больше число, обозначающее класс точности, тем ниже точность прибора. Классы точности для различных категорий потребителей определены Постановлением Правительства РФ №442 от 04.05.2012 «О функционировании розничных рынков электрической энергии».

Тарифность счетчика определяет способность данного прибора вести отдельный учет электрической энергии по зонам суток[6].

До недавнего времени все электросчетчики, применяемые в быту, были однотарифными, т.е. осуществляли учет электрической энергии по одному единственному тарифу. Функциональные возможности современных электронных счетчиков позволяют вести учет электроэнергии по зонам суток и даже по временам года.

Потребители могут сами выбирать способ расчета за электрическую энергию: по одному или нескольким тарифам в различные временные зоны суток.

Рабочий ток счетчика электроэнергии определяется величиной нагрузки, энергопотребление которой он будет учитывать.

Как определить рабочий ток счетчика? Для этого достаточно определить ток вводного автоматического выключателя, который установлен на вводе в помещение.

Если на нем указан ток до 40А включительно, то подойдет прибор учета с током до 60А.

Если указанный ток превышает 100А, то необходимо подключать счетчик через трансформаторы тока.

Межповерочный интервал— это промежуток времени, в течение которого гарантируется работа прибора в пределах заявленной изготовителем погрешности. Сроки межповерочных интервалов разные от 6 до 16 лет и зависят от модели, типа прибора учета. Отсчет времени идет от года поверки счетчика, указанного на пломбе и в формуляре[30].

Выбираем счетчик трехфазный многотарифный iEM3155с номинальным током $I_n=63A$, внешний вид и схема подключения которого изображены на рисунках 2 и 3 соответственно.



Рисунок 2– Трёхфазный счетчик iEM3155

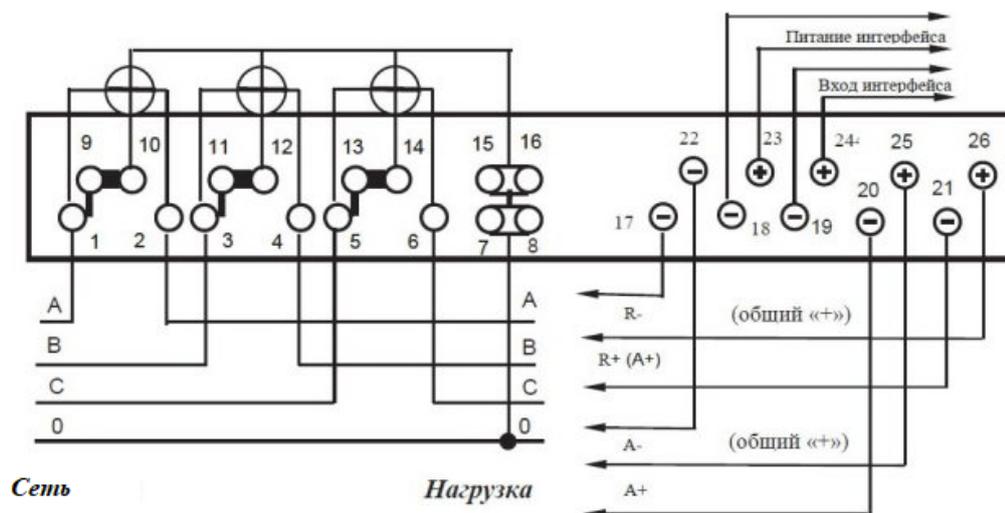


Рисунок 3– Схема подключение трехфазного счетчика

Оборудование, предназначенное для учета электрической энергии, представляет собой своеобразный преобразователь, который переформирует аналоговый сигнал в импульсную частоту. При подсчете этих импульсов вычисляется объем потребляемой электроэнергии.

Если сравнивать электронные приборы с устройствами индукционного типа, то отличия затрагивают не только внутреннее строение, при котором отсутствуют механические вращающиеся элементы.

2.7 Расчёт токов короткого замыкания

Короткое замыкание – это соединение двух разных фаз одного источника между собой или глухо заземленной нейтралью[15].

При расчете токов КЗ в сетях напряжением ниже 1000В необходимо учитывать индуктивные и активные сопротивления короткозамкнутой цепи.

На суммарное значение сопротивления значительно влияют: сопротивления автоматических выключателей, катушек трансформаторов тока, переходные сопротивления контактов, сопротивление проводников.

Расчетная схема и схема замещения представлены на рисунке 4.

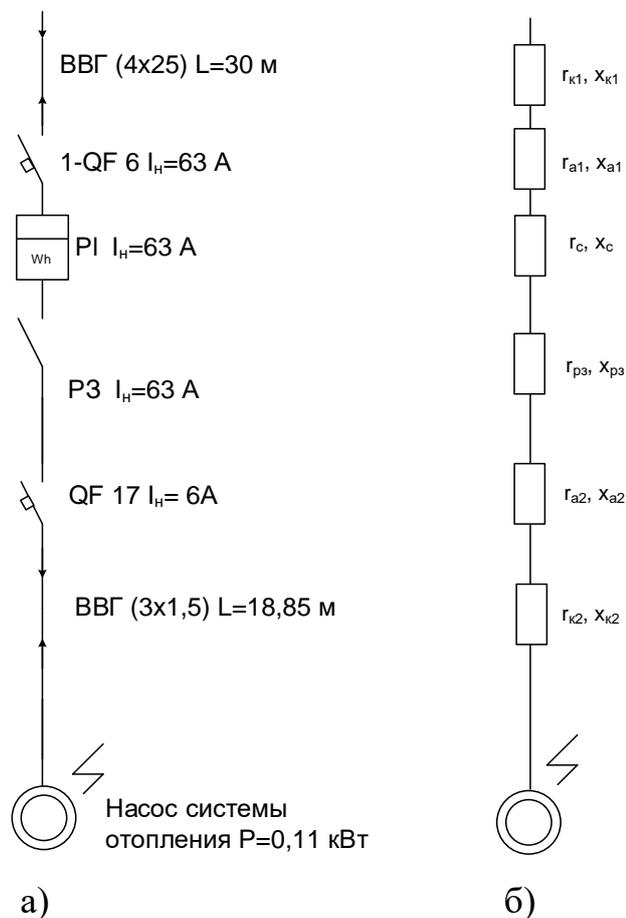


Рисунок 4 – Расчет токов короткого замыкания:
а) расчетная схема; б) схема замещения

Выписываем активное удельное сопротивление всех элементов в таблицу 6

Таблица 6 – Удельное активное сопротивление элементов

$r_{k1}, \text{МОм}$	$r_{a1}, \text{МОм}$	$r_c, \text{МОм}$	$r_{pз}, \text{МОм}$	$r_{a2}, \text{МОм}$	$r_{k2}, \text{МОм}$	$\Sigma r, \text{МОм}$
0,74	0,37	0,92	0,22	1,7	12,3	257

Выписываем активное удельное сопротивление всех элементов в таблицу 7

Таблица 7- Удельное реактивное сопротивление элементов

$x_{k1}, \text{МОм}$	$x_{a1}, \text{МОм}$	$x_c, \text{МОм}$	$x_{pз}, \text{МОм}$	$x_{a2}, \text{МОм}$	$x_{k2}, \text{МОм}$	$\Sigma x, \text{МОм}$
0,0662	0,084	0,55	0,002	0,169	0,126	5,17

Рассчитаем суммарные активные и реактивные сопротивления:

$$\sum r = \sum r_k \cdot l + \sum r_{\text{оп.}}; \quad (17)$$

$$\sum x = \sum x_k \cdot l + \sum x_{\text{оп.}}; \quad (18)$$

$$\sum r = 0,74 \cdot 30 + 12,3 \cdot 18,85 + 0,37 + 0,92 + 1,7 + 0,22 = 257 \text{ мОм};$$

$$\sum x = 0,0662 \cdot 30 + 0,126 \cdot 18,85 + 0,084 + 0,55 + 0,002 + 0,169 = 5,17 \text{ мОм}.$$

Определим полное сопротивление:

$$z = \sqrt{(\sum r)^2 + (\sum x)^2}; \quad (19)$$

$$z = \sqrt{257^2 + 5,17^2} = 257,1.$$

Ток короткого замыкания найдем по формуле:

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{U_{\phi}}{z + z_m}, \quad (20)$$

где z_m - полное сопротивление трансформатора при однофазном КЗ, мОм.

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{220}{251,7 + 902} = 190 \text{ А}.$$

По паспорту автомата, он должен отключать при токе короткого замыкания превышающим в 3-5 раз номинальный, возьмем наихудшее:

$$I_{\text{к.з.}} \geq 3 \cdot I_{\text{н.р.}}; \quad (21)$$

$$190 \text{ А} > 6 \cdot 3 \text{ А} = 18 \text{ А}.$$

Условие выполняется, значит, защита выбрана верно.

2.8 Расчет и выбор защитного заземления

Практически на всех объектах, связанных с электричеством, необходима защита людей от удара электрическим током. Каждый знает, зачем нужно заземление, но мало кто представляет, как его правильно установить, чтобы оно в полной мере выполняло свои функции.

Электроэнергия поступает от источника по линиям электропередач сначала на подстанции, а затем - потребителям. Для ее передачи применяются три фазных

провода. Четвертым проводником является земля. В трехфазной сети обмотки трансформатора подстанции соединяются по схеме "звезда". Общая точка (нейтраль) с нулевым потенциалом заземляется. Это необходимо для нормальной работы электрооборудования. Такое заземление называется рабочим, а не защитным. В квартиру обычно подается напряжение 220В между проводниками фазы и нейтрали к общему электрическому щитку. В частный дом ввод может быть на 380В - три фазы и нейтраль. Затем провода расходятся к розеткам и приборам освещения по всем помещениям. Здесь также не следует забывать о том, зачем нужно заземление. Для защиты от поражения током вместе с фазным и нейтральным проводниками прокладывается еще один – заземляющий[21].

Необходимо найти число вертикальных заземлителей для повторного заземления щитка ЩК1 напряжением 0,4кВ. Грунт в районе дома суглинок. Выбираю в качестве вертикального электрода прутковую сталь с диаметром 18мм и длиной 3м. В качестве горизонтального электрода стальная полоса 40×4мм.

Определяем расчетное сопротивление грунта, Ом·м:

$$\rho_p = \rho_{из} \cdot \psi, \quad (22)$$

где $\rho_{из}$ - измеренное сопротивление грунта, Ом·м;

ψ – коэффициент повышения сопротивления.

$$\rho_p = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Определяем сопротивление одиночного заземлителя:

$$R_o = (0,366 \cdot \rho / l) \cdot \lg(4 \cdot l / d). \quad (23)$$

В качестве электрода выбран электрод из прутковой стали длиной 3м и диаметром 18мм.

$$R_o = (0,366 \cdot 200 / 3) \cdot \lg(4 \cdot 3 / 18) = 5,368 \text{ Ом};$$

$$n = R_o / (\eta \cdot R_d), \quad (24)$$

где R_d - допустимое сопротивление заземляющего контура, $R_{доп} \leq 4 \text{ Ом}$;

η - коэффициент экранирования.

$$n = 5,368 / (0,58 \cdot 4) = 2,3.$$

Округляем полученное значение n до ближайшего целого:

$$n_3=3;$$

$$R_{Дз} = R_0 / (\eta \cdot n_3); \quad (25)$$

$$R_{Дз} = 5,368 / (0,58 \cdot 3) = 3,1 \text{ Ом}.$$

Выполняем проверку:

$$R_{Дз} \geq R_Д; \quad (26)$$

$$3,1 \text{ Ом} > 4 \text{ Ом}.$$

Условие выполняется, следовательно, для установки принимаю 3 вертикальных заземлителя[4].

2.9 Система уравнивания потенциала

Важное значение для обеспечения условий электробезопасности в конкретной электроустановке имеет выполнение системы уравнивания потенциалов. Правила выполнения системы уравнивания потенциалов определены стандартом МЭК 364-4-41. Эти правила предусматривают подсоединение всех подлежащих заземлению проводников к общей шине.

Такое решение позволяет избежать протекания различных непредсказуемых циркулирующих токов в системе заземления, вызывающих возникновение разности потенциалов на отдельных элементах электроустановки. ПУЭ предписывает выполнение основного устройства системы и системы дополнительного уравнивания потенциалов следующим образом: на вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;

- металлические части строительных конструкций;
- молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования.

Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание[28].

Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.

К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток).

Для ванн и душевых помещений дополнительная система уравнивания потенциалов является обязательной и должна предусматривать, в том числе, подключение сторонних проводящих частей, выходящих за пределы помещений. Если отсутствует электрооборудование с подключенными к системе уравнивания потенциалов нулевыми защитными проводниками, то систему уравнивания потенциалов следует подключить к РЕ шине (зажиму) на вводе. Не допускается использовать для саун, ванн и душевых помещений системы местного уравнивания потенциалов.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание. Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных

конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Применение УЗО в комплексе с правильно выполненной системой уравнивания потенциалов позволяет ограничить и даже исключить протекание токов утечки, блуждающих токов по проводящим элементам конструкции здания, в том числе и по трубопроводам[5].

2.10 Выбор датчиков движения

Датчики предназначены для автоматического включения и выключения нагрузки в заданном интервале времени в зависимости от наличия движущихся объектов в зоне обнаружения датчика и уровня освещенности (рисунок 5).



Рисунок 5 – Датчик движения ДД-18В

Корпус датчика выполнен из не поддерживающего горения пластика (поликарбонат). В качестве коммутирующего нагрузку элемента использовано электромеханическое реле[11].

Данный датчик предназначен для поверхностного монтажа (открытая установка). Макс мощность нагрузки для ламп составляет 1200Вт. Высота установки равна 1,8-2,5м. Диапазон настройки рабочего цикла при срабатывании от 10 секунд до 7 минут. Максимальная потребляемая мощность достигает 0,45Вт.

ДД-18В, изображенный на рисунке 5, может работать в номинальном режиме при температуре от -25 до 45 градусов. Дальность действия устройства 12 м, угол обзора 270°, степень защиты оболочки IP44. Датчик подключается к переменному напряжению 230В с частотой 50Гц согласно схеме, изображенной на рисунке 6.

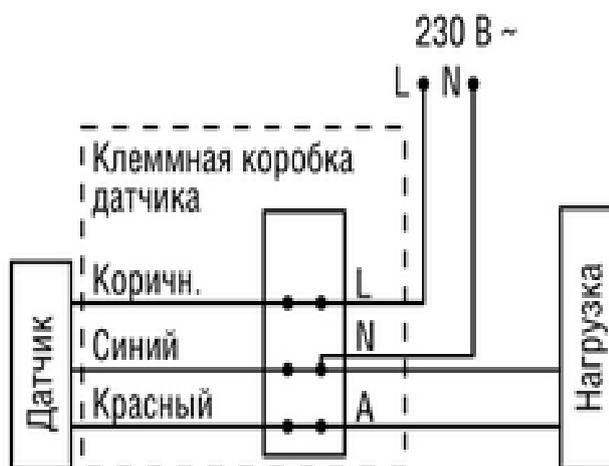


Рисунок 6 –Схема подключения датчика движения

3 РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ ЛЮСТР

Общие положения

Люстра является незаменимым осветительным прибором в каждом доме. Она также не редко служит отличным аксессуаром, который не просто дополняет интерьер, но и часто является его главным декоративным элементом. В некоторых случаях люстра и вовсе может диктовать условия дизайна. Откуда же к нам пришла мода на люстры и как они появились?

Считается, что слово «люстра» пришло к нам из французского и в переводе означает «светильник». Данный осветительный прибор был придуман приблизительно в 16 веке, когда началась активная добыча природного хрусталя, и постепенно обрел широкую популярность.

Большие подвешенные под потолком хрустальные люстры стали все чаще украшать дворцы и храмы. Помещения предстали в совершенно новом свете, поскольку такие светильники за счет хрусталя рассеивали значительно больше света, чем свечи.

Кроме того, наличие хрустального декора в интерьере подчеркивало статус человека, ведь в те времена это считалось роскошью, которую могли себе позволить лишь высшие слои общества[24].

Название для данных конструкций появилось уже позже, в 17 веке. Поначалу словом «люстра» обозначали только хрустальные светильники, но вскоре так стали называть и все остальные подвешиваемые к потолку осветительные приборы.

С момента открытия электричества конструкция и используемые для ее изготовления материалы сильно изменились. В наши дни на рынке представлено просто огромное количество осветительных приборов. В том числе и люстр в разных стилях и на любой вкус, но, все же именно хрустальные, как и в те времена, являются наиболее дорогими и роскошными.

Выбрать подходящую люстру сегодня не просто, ведь среди такого изобилия форм и стилей очень легко растеряться.

Настоящая инструкция содержит общие рекомендации по монтажу люстр в жилом доме. Все работы производятся в строгом соответствии с технической документацией проекта.

Электропитание организовано переменным током со стандартным напряжением 220В и частотой 50Гц. Бытовая разводка осуществляется по трем проводам: фаза, ноль и земля. Существует общепринятая цветовая маркировка проводов однофазной электрической сети: фаза – черный или коричневый цвет, ноль – синий, земля – желто-зеленый, что показывает рисунок 7.

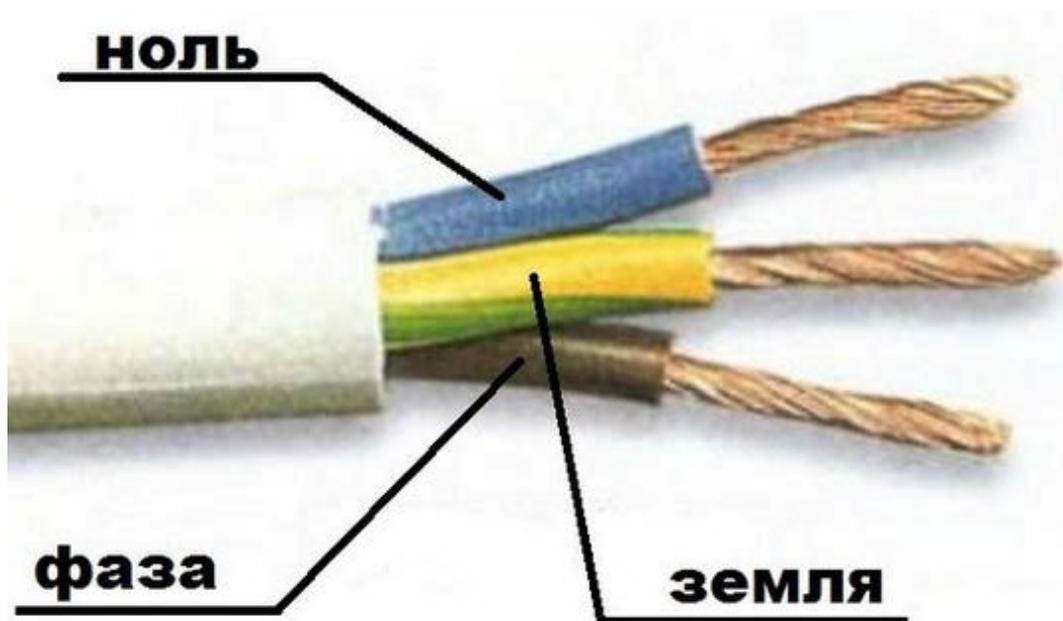


Рисунок 7 – Стандартная цветовая маркировка проводов

Прежде всего, необходимо подготовить свое рабочее место: освободить пространство в том месте, где будет подвешена люстра; подготовить необходимый инструмент для предстоящей работы: набор отверток, специальный прибор для проверки наличия фазы в проводнике (мультиметр), электроинструмент, пузырьковый уровень. Весь инструмент должен быть в хорошем состоянии, не

имеющий выбоины или сколы рабочих концов, заусеницы и острые ребра в местах их зажима рукой, трещины и сколы на затылочной части. Для работы на высоте потребуется стремянка.

Перед монтажом люстры следует полностью обесточить комнату на распределительном щитке. Это необходимо для того, чтобы тщательно зачистить концы проводов от защитной изоляции на длину 5-8 мм. После чего произвести меры, предотвращающие замыкание неизолированных концов. Далее подаем питание, включив автомат в распределительном щитке и при выключенном положении выключателя последовательно проверяем все провода на наличие фазы. Ни один не должен показать наличие фазы. Аналогичным образом проверяем наличие фазы на коричневом проводе при включенном положении выключателя.

Крепление люстры на потолке комнаты

Необходимо обеспечить надежное крепление люстры на потолке во избежание несчастных случаев. Один из способов изображен на рисунке 8.

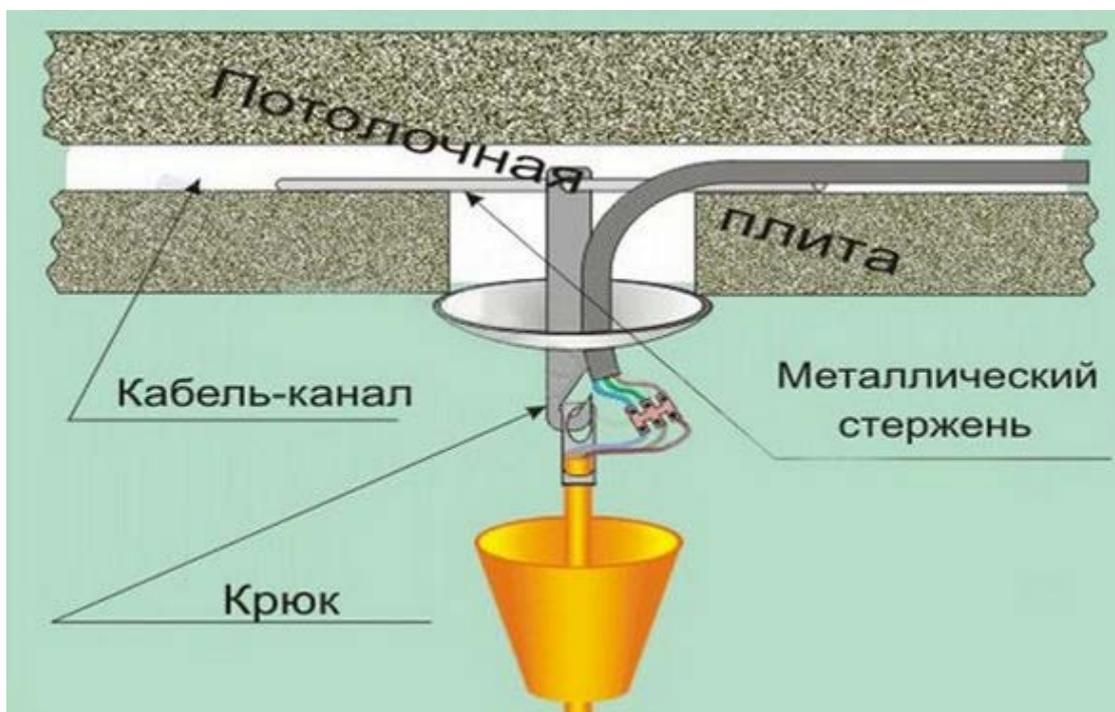


Рисунок 8 – Крюк, подвешенный на металлическом стержне

Второй способ изображен на рисунке 9, он похож на первый, только подвешивать люстру необходимо с помощью крюка с фиксатором – «бабочкой».



Рисунок 9 – Крюк, с пружинным фиксатором «бабочкой»

Пройдя в кабель-канал, «крылья» этого крепления распрямятся и создадут необходимую опору, и останется лишь зафиксировать весь подвес шайбой и гайкой.

При отсутствии «штатного» проема для крюка, то необходимо высверлить в бетонном перекрытии отверстие под металлический анкер с кольцом, изображенный на рисунке 10.



Рисунок 10 – Металлический дюбель с кольцом

Перед сверлением необходимо учесть направление проводки от распределительной коробки, чтобы ее случайно не перебить и не повредить изоляцию.

Некоторые выпускаемые люстры не подвешиваются на крюках, а устанавливаются с помощью винтовых крепежных элементов на специальную монтажную планку, закрепленную на потолке, которая изображена на рисунке 11.

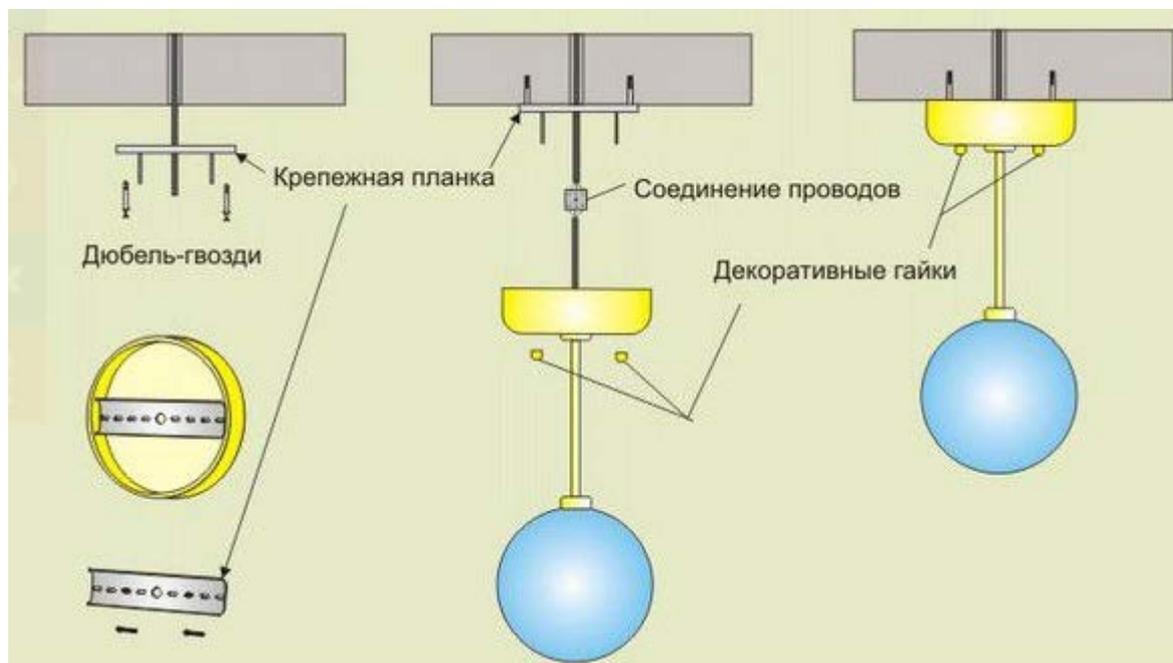


Рисунок 11 –Схема подвеса люстры на монтажную планку

Это значительно улучшает надежность общей установки, так как нагрузка равномерно распределяется по нескольким точкам крепления.

Конструкция монтажной планки может быть различной: прямой, изогнутой с кронштейнами для крепления корпуса осветительного прибора, либо с выступающими шпильками или винтами, а также планки крестообразной формы. В планке может быть отверстие с покрытыми изоляционной втулкой краями для пропуска проводов, выходящих из потолка. Можно расположить планку и в непосредственной близости от места выхода кабеля, тогда корпус установленной люстры скроет отверстие в потолке и подключаемые провода.

Установки планки производится дюбелями с прижимной головкой «под потай».

После установки крепления стоит произвести проверку путем навешивания двойного веса относительно массе люстры с лампами.

После проверки крюка подвешиваем люстру за штатное крепление только после отключения питания в данном помещении во избежание короткого замыкания или случайного касания фазного провода.

Крепление люстры на стену

Установка настенного светильника предполагает выполнение такой последовательности работ:

точная разметка мест сверления с помощью уровня для крепления корпуса на стене;

просверливание отверстий;

монтаж корпуса.

На рисунке 12 показана подготовка отверстий с учетом уже проложенного в штробе кабеля и выведенными из него проводами для подключения к светильнику.

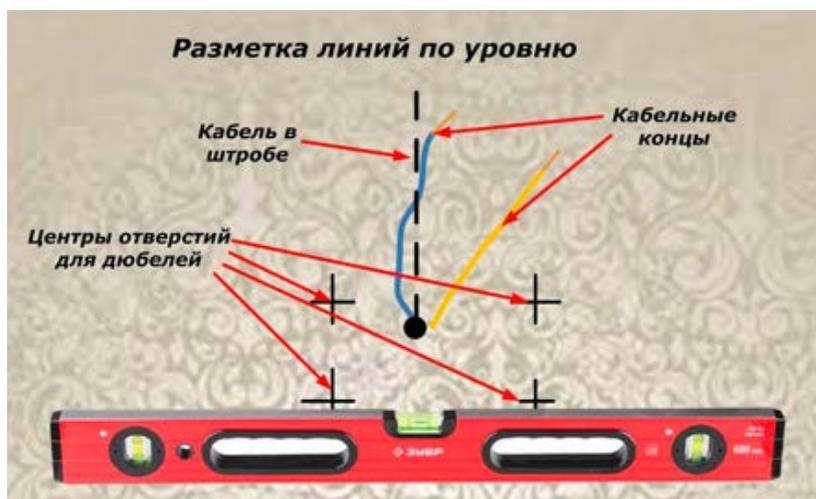


Рисунок 12 – Подготовка отверстий

Настенные светильники крепятся к стене через отверстия в корпусе или специальной монтажной пластине. Места расположения этих отверстий важно точно спланировать, сориентировать по уровню горизонта и начертить. С этой

целью используют обыкновенный пузырьковый уровень или более сложные конструкции нивелиров с лазерным лучом[28].

Бетонные плиты, силикатный кирпич, строительные блоки из пенобетона и остальные материалы, из которых изготавливают стены, обладают разными прочностными характеристиками, оказывает неодинаковое воздействие на материал сверла. Для быстрого, качественного создания отверстий в них необходимо подбирать специально изготовленные сверла, использовать профессиональный инструмент, изображенный на рисунке 13.

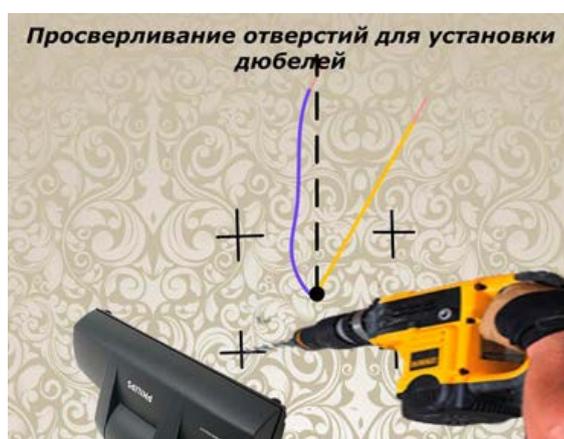


Рисунок 13 – Ударный перфоратор

Мощные перфораторы быстро справляются с плотным прочным бетоном, ударные дрели хорошо сверлят кирпичную стену, маломощные дрели можно использовать для высверливания отверстий в древесине, гипсокартоне, пластиковых материалах.

Сверление всегда связано с образованием строительных крошек и выделением пыли, которая оседает на близкорасположенных предметах, разносится по всему помещению. Чтобы этого избежать, прикладывается к месту сверления наконечник трубопровода работающего пылесоса. Все крошки и пыль, выделяемые при работе, собираются в пылесосе, а не на окружающих предметах.

Обычно настенные светильники обладают незначительным весом, для их крепления можно использовать обыкновенные саморезы, под которые

подбираются пластиковые дюбеля, изображенные на рисунке 14. Их диаметр должен быть таким же, как у используемого сверла. Такие дюбеля имеют специальную конструкцию в виде усиков и выступов с подготовленной внутренней полостью для размещения самореза. Когда дюбель вставляют внутрь отверстия, то его внешние поверхности деформируются, облегчая вход. При вворачивании шурупа материал дюбеля распирается, плотно обжимая его внутри стены.



Рисунок 14 – Разворачивание дюбеля в стене

Однако на практике встречаются случаи, когда светильник требуется закрепить на тонкой стенке межкомнатной перегородки, за которой имеется воздушная полость. Для таких случаев предназначены специальные складные конструкции дюбелей, получившие название «Бабочка». Их способ крепления показан на рисунке 15.



Рисунок 15 – Дюбель бабочка

В развернутом виде дюбель имеет форму обыкновенного цилиндра и свободно проходит через подготовленное для крепежа отверстие. При вворачивании самореза его дальняя часть приближается к передней, а вся конструкция так изменяет свою форму, что со всех сторон плотно обжимает тонкостенный гипсокартон, чем обеспечивает надежное скрепление с ним. Многочисленные производители дюбелей выпускают универсальные конструкции, изображенные на рисунке 16, которые могут удерживать саморезы в твердых средах или работать на тонких стенках.

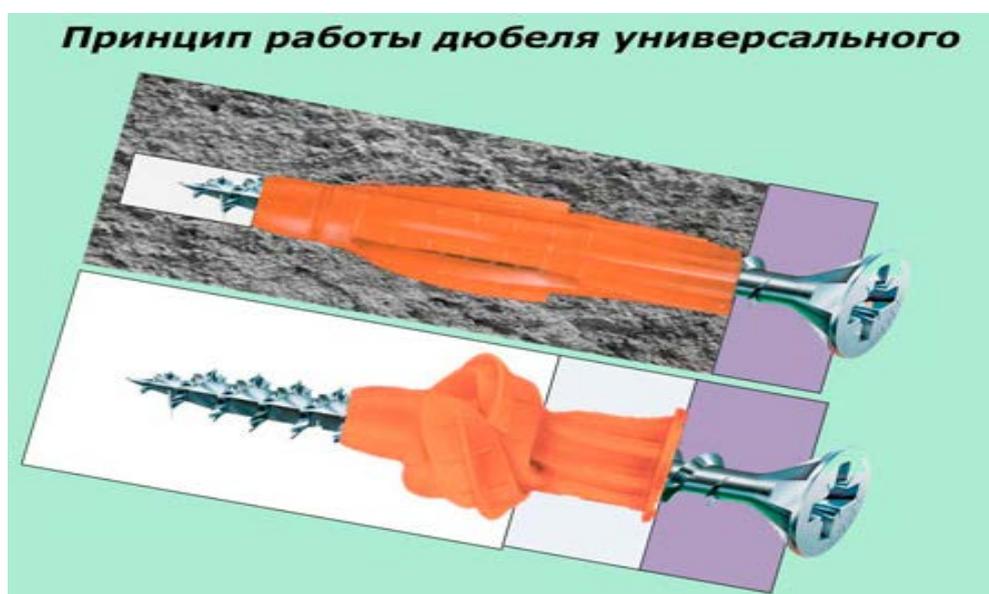


Рисунок 16 – Универсальный дюбель

В бетонных, кирпичных и подобных отверстиях (верхняя часть рисунка) материал дюбеля распирается обычным способом при ввертывании самореза. Когда же шуруп вворачивают в тонкую перегородку (нижняя часть рисунка), то при его завинчивании дальний конец дюбеля сдвигается вперед и накручивается, образуя собранный в одном месте узел, который удерживает саморез с обратной стороны и не позволяет ему выпадать.

После размещения дюбелей в отверстиях через них устанавливается крепежный корпус или монтажная пластина, а затем вворачиваются шурупы,

процесс показан на рисунке 17. Для этого можно использовать аккумуляторный шуруповерт, простую электрическую дрель или даже обыкновенную отвертку.



Рисунок 17 – Монтаж корпуса светильника

На ввернутый корпус монтируются все остальные детали светильника, который, в принципе, представляет собой декоративную арматуру для подключения лампочки.

Подключение люстры к электросети

Провода соединяются при отключенной фазе в распределительном щите. Подключение следует производить с помощью специальных клеммных разъемов. Скрутки не допускаются, так как данный вид подключения не обеспечивает надежный контакт, что вызывает нагрев и искрение с плавлением изоляции. Подключение осуществляется в полном соответствии со схемой разводки и согласно цветовой маркировки проводов: черный к черному, синий к синему, желто-зеленый к желто-зеленому. Схема подключения изображена на рисунке 18.

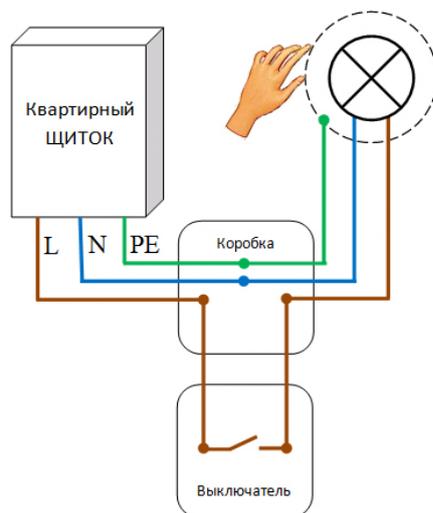


Рисунок 18 – Схема подключения люстры с одной группой включения

При более сложном устройстве люстра может составлять в себе две группы ламп, соответственно к данной люстре предусмотрен выключатель на две секции, что наглядно видно на рисунке 19. Таким образом, при подключении такого осветительного прибора будет необходимо подключать два фазного провода, приходящего с выключателя. Найти нужную фазу можно, используя прибор для измерения фазы в проводнике, путем поочередного включения клавиш выключателя и измерения зачищенных фазных проводов[17].

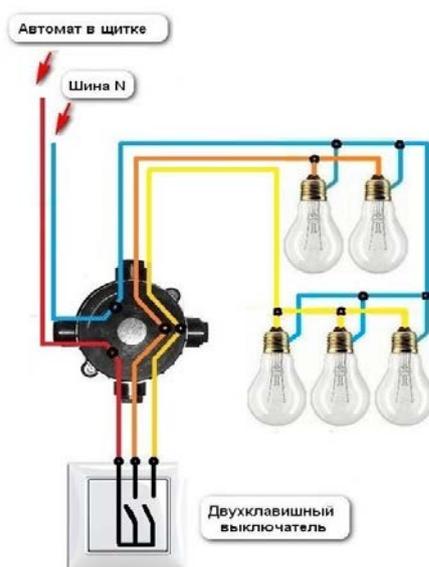


Рисунок 19 – Схема подключения люстры с двумя группами включения

Место контактного соединения проводов и подвеса на крюке закрывается декоративным стаканом (колпаком).

После окончания электромонтажа следует включить электропитание в распределительном щитке, затем на выключателе, чтобы сразу убедиться в отсутствии коротких замыканий. Не помешает проверить индикатором отсутствие фазы на металлическом корпусе люстры. Если все в нормальном режиме, то при выключенном выключателе вкручиваем в патроны необходимые лампы и проверяем практическую функциональность люстры[24].

При подключении проводов люстры, прикрепляемую на монтажную планку, саму люстру потребуется удерживать на весу до конца подключения, далее корпус люстры крепится к планке с помощью декоративных гаек и только потом можно приступить к проверке функциональности люстры.

Подключение настенного светильника ничем не отличается от подключения потолочной люстры.

После подключения и проверки можно приступать к окончательному навешиванию всех декоративных деталей люстры согласно приложенной к изделию инструкции по сборке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были решены следующие задачи:

- рассчитаны электрические нагрузки;
- разработана схема электроснабжения;
- произведен светотехнический расчет;
- рассчитана силовая питающая и распределительная сеть;
- разработана инструкция по монтажу люстр в жилом доме.

При разработке электроснабжения индивидуального жилого дома были получены следующие результаты:

1. Произведен светотехнический расчет на энергосберегающих лампах под цоколь лампы E27, в перспективе возможен вариант замены этих ламп светодиодными, так как они при такой же светоотдаче работают на меньшей мощности, что позволит экономить электроэнергию без ухудшения достигших условий.

2. Произведен расчет электрических нагрузок, в результате чего был выбран дизель-генератор HIMOINSA HYW-8 T5 M6, как источник аварийного питания, который полностью справится с поставленной задачей и будет долго работать, выполняя свою функцию.

3. Выбраны кабели марки ВВГнг, которые изготавливаются на территории Российской Федерации, что обеспечит легкий поиск на рынке и должную доступность для закупки в необходимый момент времени.

4. Выбраны защитные автоматические выключатели производителя Schneider Electric с дифференциальной защитой, которые предназначены для защиты человека от поражений электрическим током при его соприкосновении с токоведущими частями электрооборудования, либо при утечке электрического

тока, также устройство осуществляет защиту электрической сети от коротких замыканий и перегрузок, выполняя функции автоматического выключателя.

5. Спроектировано повторное заземление, которое обеспечивает должную безопасность для человека, ведь при замыкании оно уменьшает ток на зануляющем проводнике, также уменьшает напряжение шага, а еще способствует более быстрому срабатыванию защиты.

6. Выбран счетчик электроэнергии iEM3155, который в режиме настоящего времени подсчитывает и отображает потребление энергии и сохраняет все показания в независимой от электроэнергии памяти. Данный счетчик очень надежен и обладает гарантией качества от производителя.

7. Выбраны датчики движения, которые значительно экономят электроэнергию, так как с помощью таких датчиков происходит автоматическое отключение внешнего электроосвещения в дневное время суток и позволяют включать электроосвещение ночью только тогда, когда кто-либо произведет движение в зоне чувствительности датчика. Данная функция позволяет не только сэкономить электроэнергию, но и вовремя заметить появление чужого человека на своей территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.
2. Арутюнян, А.А. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. - Москва: Энергосервис, 2016. - 600 с.
3. Большама Я.М., Круповича В.И., Самовера М.Л. 4-е изд., переработано и дополнено. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей. - Москва: Энергия, 2013.-245 с.
4. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. - Москва: Энергия, 2014. - 7 с.
5. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. - Москва: Высшая школа, 1979. - 115 с.
6. Козлов, В.А., Билик Н.И., Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию систем электроснабжения городов. - Санкт-Петербург: Энергия, 2013. - 271 с.
7. Коробов Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование / Г.В. Коробов. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 192 с.
8. Кудрин Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы: Учебное пособие / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. - Москва: МЭИ, 2013. - 412 с.
9. Межотраслевые правила по охране труда (технике безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001. - Санкт-Петербург: ДЕАН, 2003.- 117 с.
10. Неклепаева Б.Н. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. Под редакцией Б.Н. Неклепаева. - Москва: Издательство НЦ НАС, 2002. – 152 с.

11. Орлова, В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинский Электротехнический справочник: Производство и распределение электрической энергии. - Москва: Энергоатомиздат, 2013. - 223 с.
12. Кудрявцев Д.Ю. Электробезопасность. Теория и практика [Текст]: учебное пособие / Д.Ю. Кудрявцев, В.К. Монаков. – Москва: Инфра-Инженерия, 2017. – 184 с.
13. Правила учета электрической энергии. - Москва: АОЗТ «Энергосервис», 2012. - 367 с.
14. Рождествина, А.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий (для бакалавров) / А.А. Рождествина. - Москва: КноРус, 2013. - 368 с.
15. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - Москва: РадиоСофт, 2013. - 328 с.
16. Бадагуев Б.Т. Электроустановки [Текст]: учебное пособие / Б.Т. Бадагуев. – Москва: Альфа–Пресс, 2011. – 280 с.
17. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. - Санкт-Петербург: Энергия, 2013. - 289 с.
18. Шеховцев В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению.- Москва: Форум, 2011. – 136 с.
19. Щербаков, Е.Ф. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. –Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 192 с.
20. Основы электроснабжения: Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин — Санкт-Петербург, Лань, 2012. - 480 с.
21. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Учебник: Т. И. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова — Москва, Форум, Инфра-М, 2014.- 416 с.
22. Конюхов Е.А Электроснабжение объектов: Е. А. Конюхов — Санкт-Петербург: Academia, 2013.- 320 с.

23. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию. Москва: «Высшая школа», 1991. - 159 с.
24. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. Москва: издательство. «Колос», 1970. - 304 с.
25. Педагогические технологии [Текст] : Учебное пособие для студентов педагогических специальностей / Под общей редакцией В.С. Кукушина. – Ростов на Дону: Издательский центр «Март», 2012. - 320 с.
26. Шеховцев В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. Москва. ФОРУМ - ИНФРА - М, 2005. - 213с.
27. Свириденко, Э. А. Основы электротехники и электроснабжения / Э.А. Свириденко, Ф.Г. Китунович. – Москва. Техноперспектива, 2016. - 436с.
28. Сластенин В.А. Педагогика [Текст]: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов; Под ред. В.А. Сластенина. - Москва: Издательский центр «Академия», 2012. – 576 с.
29. Долин М.А. Электробезопасность. Теория и практика [Текст]: учебное пособие / М.А. Долин, В.Т. Медведев, В.В. Корочков, А.Ф. Монахов. – Москва. МЭИ, 2012. – 225 с.
30. Красильникова В.А. Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании [Текст]: учебное пособие / В.А. Красильникова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. - 291 с.

СТАТЬЯ I. ПРИЛОЖЕНИЕ

Список графических документов

- 1 Схема электрическая принципиальная силовой распределительной сети. Щит ЩК1. БР.44.03.04.550.Э3;
- 2 План расположения электроосвещения 1-го этажа. БР.44.03.04.550.Э7;
- 3 План расположения штепсельных розеток 1-го этажа. БР.44.03.04.550.Э7;
- 4 План расположения электроосвещения 2-го этажа. БР.44.03.04.550.Э7;
- 5 План расположения штепсельных розеток 2-го этажа. БР.44.03.04.550.Э7;
- 6 План питающих сетей 220/380В. БР.44.03.04.550.Э7.