

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ  
(ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**А.А. ХАФИЗОВ, И.М. НУРИЕВ, Р.И. ВАЛИЕВ**

**Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт  
систем электроснабжения**

**Учебное пособие**

Набережные Челны  
2016

**УДК 621.315 (075.8)**  
**ББК 31.282.1-08 я73**  
**М77**

Печатается по решению учебно-методической комиссии  
отделения Информационных технологии и энергетических  
систем от «28» марта 2016 г.

**Рецензенты:**

**Ахметшин Р.С.**, канд. техн. наук, доцент

**Баянов И.И.**, генеральный директор ООО «Камэнерго»

**М 77 Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем  
электрообеспечения** учебное пособие для вузов / А.А. Хафизов,  
И.М. Нуриев, Р.И. Валиев. – г. Наб. Челны: ИПЦ К(П)ФУ, 2016.  
– 84 с. ил. - Библи.: 14 назв.

В учебном пособии приведены методические материалы  
по проведению экспериментов на учебном  
компьютеризированном лабораторном комплексе  
«Электромонтаж в жилых и офисных помещениях».  
Руководство предназначено для использования при подготовке к  
проведению лабораторных занятий по дисциплине «Монтаж,  
наладка, эксплуатация и ремонт систем электрообеспечения», со  
студентами, обучающимися в высших учебных заведениях.

Содержание учебного пособия составлено в соответствии с  
программой курса «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт  
систем электрообеспечения» для студентов направления 13.03.02  
«Электроэнергетика и электротехника» обучающихся по  
профилю «Электрообеспечение».

**ББК 31.282.1-08 я73**  
**УДК 621.315 (075.8)**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	5
1.1 Классификация электрических проводок.....	5
1.2 Волоконно-оптические линии связи.....	11
1.3 Электромонтажные работы при прокладке проводки.....	17
1.3.1 Внутренние электропроводки.....	18
1.3.2 Правила подключения заземления.....	26
1.3.3 Заземление» и «зануление».....	26
1.4 Способы соединения проводов.....	31
1.4.1 Соединение опрессовкой.....	31
1.4.2 Сварка проводов.....	33
1.4.3 Пайка проводов.....	35
1.5 Описание лабораторной установки.....	37
1.6. Перечень функциональных блоков, используемых в экспериментах.....	39
2. ОПИСАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	40
2.1. Лабораторная работа № 1.....	40
2.2. Лабораторная работа № 2.....	45
2.3. Лабораторная работа № 3.....	49
2.4. Лабораторная работа № 4.....	52
2.5. Лабораторная работа № 5.....	56
2.6. Лабораторная работа № 6.....	59
2.7. Лабораторная работа № 7.....	62
2.8. Лабораторная работа № 8.....	66
2.9. Лабораторная работа № 9.....	70
2.10. Лабораторная работа № 10.....	74
3. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки по курсу «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт в системах электроснабжения».....	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	82

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящем пособии приведены методические материалы по проведению экспериментов на учебном компьютеризированном лабораторном комплексе «Электромонтаж в жилых и офисных помещениях». Руководство предназначено для использования при подготовке к проведению лабораторных занятий по дисциплине «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения», со студентами, обучающимися в высших учебных заведениях.

# **1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **1.1. Классификация электрических проводов**

Электрическими проводками называют совокупность проложенных и закрепленных на элементах зданий, сооружений или на технологическом оборудовании кабелей и проводов с относящимися к ним соединительными муфтами, концевыми заделками, соединительными и протяжными коробками, креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

Под кабелем понимают одну (или более) изолированную жилу, заключенную в оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может быть соответствующее защитное покрытие, в том числе и броня. Провод состоит из одной неизолированной или одной (и более) изолированной жилы, поверх которых могут находиться неметаллическая оболочка, обмотка и оплетка волокнистыми материалами или проволокой

В зависимости от места прокладки и условий эксплуатации электрические проводки подразделяют на внутренние и наружные, а по способу выполнения - на открытые и скрытые. Скрытые электрические проводки (кабели) могут быть проложены в земле.

Электрические проводки переменного и постоянного тока выполняют при помощи проводов или кабелей с изолированными алюминиевыми, медными или алюмомедными жилами.

Провода и кабели с медными жилами применяют только в следующих случаях:

1) в цепях термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей;

2) в цепях (измерения, управления, питания, сигнализации и др.) напряжением до 60 В при площади сечения жил проводов и кабелей до  $0,75 \text{ мм}^2$  (диаметр до 1 мм);

3) для электропроводок систем автоматизации технологических процессов электростанций с генераторами мощностью более 100 мВт (для электропроводок систем автоматизации химводоочистки, очистных, инженерно-бытовых и вспомогательных сооружений, котельных следует применять кабели и провода только с алюминиевыми жилами);

4) во взрывоопасных установках (в зонах классов В-1 и В-1а);

5) в установках, подверженных вибрации;

6) для электропроводок систем автоматизации зрелищных предприятий, студий радио- и телецентров (например, систем кондиционирования воздуха и т. п.), прокладываемых на сцене, в технических аппаратных, чердачных помещениях, в пространстве над потолком и над подвесным потолком зрительного зала на 800 мест и более;

7) для электропроводок систем автоматизации в картинных галереях, библиотеках, архивах и др.;

8) для открытых проводок систем автоматизации в чердачных помещениях со сгораемыми конструкциями.

В остальных установках и производствах применяют провода и кабели с алюминиевыми или алюмомедными жилами, за исключением отдельных установок, производств и уникальных сооружений, для которых выбор материала жил проводов и кабелей определяется специальными требованиями.

Провода и кабели. Для электрических проводок, для проводок к приборам и средствам автоматизации применяют установочные провода, термоэлектродные провода и кабели, силовые и контрольные кабели.

Установочные провода. При монтаже электрических проводок применяют установочные провода следующих марок;

ПРН - одножильный с медной жилой, с резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке;

АПРН - то же, но с алюминиевой жилой;

ПРГН - то же, но с гибкой медной жилой;

ПРТО - многожильный и одножильный с медными жилами, с резиновой изоляцией, в оплетке;

АПРТО - то же, но с алюминиевой жилой;

ПВ-1 - одножильный с медной жилой в поливинилхлоридной изоляции;

АПВ - то же, но с алюминиевой жилой;

ПВ-2, ПВ-3 и ПВ-4 - соответственно с медной гибкой, повышенной гибкости и особо гибкой жилой в поливинилхлоридной изоляции;

АМПВ - одножильный с алюмомедной жилой в поливинилхлоридной изоляции.

Установочные провода применяют в соответствии с проектами в зависимости от условий их прокладки. В условиях образования конденсата используют установочные провода в поливинилхлоридной или стойкой к влаге изоляции.

Термоэлектродные провода. Предназначены для соединения термоэлектрических термометров с потенциометрами или милливольтметрами (для отнесения свободных концов термоэлектрического термометра в зону с постоянной температурой). Каждой паре жил присваивается буквенное обозначение, а каждому проводнику придают определенную расцветку, для чего используют оплетку из цветной пряжи или цветные опознавательные нити, проложенные в проводе или кабеле.

В основном применяют термоэлектродные провода следующих марок:

ПТВ - с поливинилхлоридной изоляцией, с сечением жилы 2,5 мм<sup>2</sup>; применяют в сырых и сухих помещениях и в местах, где возможно воздействие химических реагентов;



ПТГВ - гибкий с поливинилхлоридной изоляцией, с сечением жил 1; 1,5; 1,8 или 2,5 мм<sup>2</sup>; применяют в местах, где требуется повышенная гибкость;

ПТВП - с поливинилхлоридной изоляцией в оплетке из стальных проволок, с сечением жилы 1 мм<sup>2</sup>; применяют для всех видов прокладки при необходимости экранирования;

Силовые кабели. При прокладке силовых линии применяют двух- и трехжильные силовые кабели с резиновой изоляцией и с сечением медных жил 1; 1,5 и 2,5 мм<sup>2</sup>, а алюминиевых - 2,5 и 4 мм<sup>2</sup>. Кабели больших сечений используют редко. Наиболее часто применяют силовые кабели следующих марок:

ВРГ - с медными жилами в поливинилхлоридной оболочке;

АВРГ - то же, с алюминиевыми жилами;

ВРБ - с медными жилами в поливинилхлоридной оболочке, бронированной двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем;

АВРБ - то же, с алюминиевыми жилами;

НРГ - с медными жилами в резиновой (найритовой) негорючей оболочке;

АНРГ - то же, с алюминиевыми жилами;

НРБ - с медными жилами в резиновой (найритовой) негорючей оболочке, бронированной двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем;

АНРБ - то же, с алюминиевыми жилами.

Контрольные кабели. Предназначены для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и средствам автоматизации с номинальным напряжением до 400 В переменного и 440 В постоянного тока. Контрольные кабели имеют от 4 до 37 жил сечением 0,75... 6 мм<sup>2</sup> (медные) и 2,5... 6 мм<sup>2</sup> (алюминиевые).

Кабели управления, предназначенные для цепей управления, контроля и информации, изготавливают с медными жилами с резиновой, полиэтиленовой, поливинилхлоридной или высоко-нагревостойкой изоляцией из фторопласта или кремнийорганической резины. Кабели управления имеют от 4 до 115 жил сечением 0,35... 0,5 мм<sup>2</sup>. Наиболее часто применяют кабели управления следующих марок:

КПВ - с однопроволочными жилами в поливинилхлоридной оболочке;

КУПВ - с неэкранированными жилами в поливинилхлоридной оболочке;

КУПВ-П - то же, в оплетке стальными оцинкованными проволоками;

КУПР - в резиновой оболочке с неэкранированными, частично или полностью экранированными жилами;

КУПР-П - то же, в оплетке стальными оцинкованными проволоками.

## 1.2. Волоконно-оптические линии связи

Широкое развитие в последние годы систем управления и связи привело к разработке и созданию принципиально новых систем передачи цифровой информации, основанных на применении волоконно-оптических линий связи (ВОЛС); В системах автоматизации такие линии называют волоконно-оптическими системами передачи (ВОСП). Схематично работу ВОСП можно представить следующим образом: датчик - преобразователь электрических сигналов в оптические - оптический кабель - приемник излучения - устройство отображения информации.

Основным элементом оптического кабеля является волоконный световод (рис.1,а). Устройство волоконного световода и схема распространения лучей через него представлены на схеме рис.1,б.

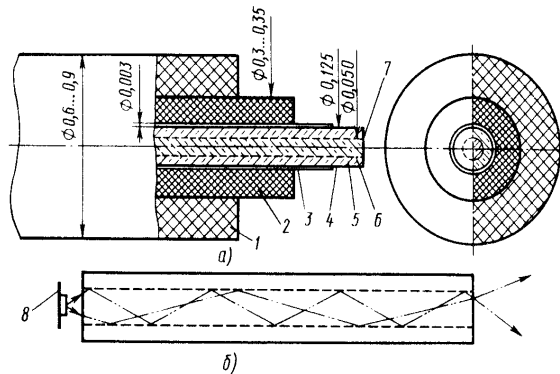


Рис.1. а - конструктивная схема волоконно-оптического световода; б - схема прохождения лучей через световод.

1 - вторичное полимерное упрочняющее покрытие; 2 - силиконовый буферный демпфирующий слой; 3 - силиконовое первичное защитное покрытие; 4 - волоконно-оптический световод; 5 - отражающая оболочка световода; 6 - отражающий слой световода; 7 - сердцевина световода; 8 - излучатель.

Оптический кабель (рис. 2) может состоять из одного или нескольких оптических волокон, объединенных в общую конструкцию.

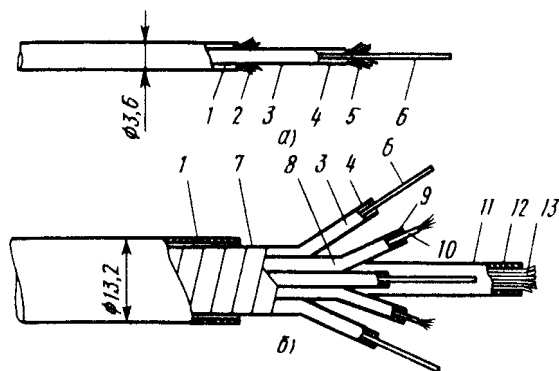


Рис. 2 – Конструкция оптического кабеля (а – одноволоконного; б- четырехволоконного).

1 - защитная полиэтиленовая оболочка; 2 - упрочняющая нить; 3 - оптический модуль; 4 - защитная полимерная трубка оптического модуля; 5 - демпфирующие эластичные нити; 6 - волоконно-оптический световод с покрытием; 7 - скрепляющая полиэфирная лента; 8 - разделительный (заполняющий) модуль; 9 - полимерная оболочка разделительного модуля; 10 - упрочняющие нити разделительного модуля; 11 - силовой

модуль; 12 - полимерная оболочка силового модуля; 13 - упрочняющие нити силового модуля

Свойства оптического кабеля определяются главным образом двумя параметрами:

затуханием и дисперсией. Затухание характеризует уменьшение мощности оптического излучения при его прохождении через кабель и тем самым дальность передачи, а дисперсия - искажение передаваемых сигналов и соответственно пропускную способность оптического кабеля.

Оптические кабели по сравнению с широко применяемыми электрическими и медными проводниками не требуют дефицитных металлов и изготавливаются, как правило, из кварцевого стекла и полимеров. Кроме того, оптические кабели обладают возможностью передачи большего потока информации, малым ослаблением сигнала и независимостью его от частоты. Важными параметрами, определяющими эффективность ВОСП, являются их малая подверженность электрическим, магнитным и радиочастотным помехам, взрыво- и пожарозащищенность оптических кабелей, а также их масса (примерно в 10 раз меньше, чем электрических).

В системах управления и связи наиболее широко применяют следующие типы и марки оптических кабелей:

внутризоновые для прокладки в грунте и кабельной канализации:

ОКЛ-50-1-(0,7-1,5)-4 «Калибр» - с четырьмя оптическими волокнами, центральным стержнем из поливинилхлорида, в оболочке из полиэтилена, коэффициентом затухания до 1 дБ/км и наружным диаметром 18 мм;

ОКЗГ-1-0,7-4/4(8/8) - с четырьмя или восьмью оптическими волокнами, центральным стержнем из поливинилхлорида, металлическими армирующими элементами, среди которых расположены четыре медные жилы для питания аппаратуры в оболочке из полиэтилена, коэффициентом затухания до 0,7 дБ/км и наружным диаметром 18 мм (четыреволоконный кабель) и 19 мм (восьмиволоконный кабель);

ОКЛ-50-2-(0,7-1,5)-4 - с четырьмя оптическими волокнами, центральным металлическим силовым элементом, оплеткой из стальных проволок и оболочкой из полиэтилена, коэффициентом затухания до 1 дБ/км и наружным диаметром 14 мм;

Линейные - для прокладки в кабельной канализации:

ОК-50-2-5-4 - с четырьмя оптическими волокнами, центральным силовым элементом из нитей или стального троса в поливинилхлоридной оболочке, в наружной оболочке из полиэтилена, коэффициентом затухания до 5 дБ/км и наружным диаметром 14 мм;

ОК-50-2-5-8 - то же, с коэффициентом затухания до 5 дБ/км, восьмиволоконный;

ОК-50-2-3-4 - то же, с коэффициентом затухания до 3 дБ/км, четырехволоконный;

ОК-50-2-3-8 - то же, с коэффициентом затухания до 3 дБ/км, восьмиволоконный;

специальные для световодных систем передачи информации и эксплуатации при температуре от - 60 до +85°С;

ОК-СС 01-4 - с четырьмя оптическими волокнами, уложенными в закрытые каналы полиэтиленового сердечника, имеющего центральный стержень, с оплеткой проволокой из нержавеющей стали и оболочкой из полиэтилена, коэффициентом затухания до 7 дБ/км и наружным диаметром 11 мм.

Общими, основными требованиями, предъявляемыми к физико-механическим характеристикам оптических кабелей, являются: высокая прочность на разрыв; влагонепроницаемость; достаточная буферная защита для уменьшения потерь, вызываемых механическими напряжениями; термостойкость в рабочем диапазоне температур (-40...+50°С); гибкость и возможность прокладки по реальным трассам; радиационная стойкость; химическая и ударная стойкость; простота монтажа и прокладки; надежность работы в течение 20 лет.

В качестве преобразователей электрических сигналов в оптические, т. е. источников излучения, применяют лазеры и излучающие светодиоды. Обычно передающий оптоэлектронный модуль включает в себя источник излучения,

электронные схемы или их элементы для преобразования электрических сигналов и стабилизации режимов работы и оптический соединитель с отрезком оптического кабеля.

В качестве приемников излучения, преобразующих оптические сигналы в электрические, применяют фотодиоды. Типичный приемный оптоэлектронный модуль состоит из приемника излучения, электронных схем обработки электрического сигнала и стабилизации режимов работы, а также оптического соединителя с отрезком оптического кабеля.

Внедрение ВОСП показывает их высокую эффективность в системах автоматизации. Замена традиционных систем, основанных на применении электрических проводов и кабелей, на волоконно-оптические системы значительно снижает не только материальные, но и трудовые затраты. В процессе монтажа ВОСП достигается существенное снижение объемов строительно-монтажных работ за счет высокой степени заводской готовности используемой аппаратуры и компонентов ВОСП, их малогабаритности и компактности. Кроме того, для передачи равного объема информации оптического кабеля требуется в несколько раз меньше, чем электрического (в том числе и по массе). При этом в принципе меняется характер монтажных работ. Ручные электромонтажные работы, составляющие основной объем при монтаже электрических проводок систем автоматизации, заменяются сборкой сети из элементов высокой заводской готовности с минимальной доработкой их по



месту. Значительно сокращаются и слесарно-монтажные работы.

### **1.3 Электромонтажные работы при прокладке проводки**

1. Составить принципиальную схему электропроводки, привязав ее к планировочному чертежу квартиры или коттеджа.

2. Определить вид проводки (открытая, скрытая) и способ прокладки проводов и кабелей в зависимости от условий окружающей среды и помещений по степени относительной влажности. В районах с повышенной влажностью значительно увеличиваются требования как к материалам, так и к качеству электромонтажных работ.

3. Определить степень возгораемости строительных материалов.

4. Продумать вид освещения в зависимости от назначения помещения, норм освещенности, выбрать тип и исполнение светильников: потолочные или настенные, с лампами накаливания или люминесцентными лампами.

5. Определить количество и размещение штепсельных розеток, выключателей, соединительных коробок, трассы прокладки проводов и кабелей.

6. Определить потребляемую мощность электропотребителей, соответственно выбрать тип счетчика и вид защиты.

7. Определить сечение проводов и кабелей.

### 1.3.1 Внутренние электропроводки

Выполнение внутренних электропроводок состоит из следующих операций:

- разметочные работы;
- выполнение проходов и пересечений;
- монтаж электропроводок;
- монтаж выключателей, штепсельных розеток, светильников;
- монтаж квартирных щитков;
- проверка электропроводки.

Разметочные работы: разметку выполняют до начала отделочных работ в помещениях садового домика или коттеджа. При разметке учитывают удобство пользования и обслуживания проводки в эксплуатации, а также соблюдение правил электро- и пожарной безопасности.

Трассы проводов при скрытой прокладке должны без труда определяться при эксплуатации проводок. Чтобы исключить вероятность случайного повреждения проводки при последующей установке настенных картин, часов, ковров и т. д., трассу скрытой проводки выбирают, исходя из следующего:

- горизонтальную прокладку по стенам осуществляют параллельно линиям пересечения стен с потолком на расстоянии 10-20 см от потолка. Магистральи штепсельных розеток прокладывают по горизонтальной линии, соединяющей штепсельные розетки;

- спуски и подъемы к выключателям, штепсельным розеткам и светильникам выполняют вертикально на расстоянии 10см параллельно линиям дверных и оконных проемов или углов помещения;

- скрытую проводку по перекрытиям (в штукатурке, в щелях и пустотах железобетонных плит) выполняют по кратчайшему расстоянию между наиболее удобным местом перехода на потолок от ответвительной коробки к светильнику;

- разметку трасс скрытых проводов, углубленных в борозды стен и потолков, можно проводить по кратчайшему направлению от вводов к электропотребителям;

- провода и кабели прокладывают в местах, где исключена возможность их механического повреждения, в иных случаях они должны быть защищены.

Выключатели освещения или шнуры при предпотолочных выключателях устанавливают:

- в доступных местах на стене у дверей, со стороны дверной ручки, чтобы они не закрывались дверью при ее открывании;

- для туалетов, ванн и других помещений с сырыми и особо сырыми условиями — в смежных помещениях с лучшими условиями среды;

- в кладовых, подвальных помещениях, на чердаке и в других запираемых помещениях — перед входом в эти помещения.

- на высоте 1,5—1,8 м от пола помещения.

Штепсельные розетки намечают к установке в местах, удобных для пользования, в зависимости от назначения помещения и оформления интерьера. Они должны находиться на расстоянии не менее 0,5 м от заземленных металлических конструкций (трубопроводы отопления, водопровода, газопровода и т. п.); для кухонь это расстояние не нормируется.

Требования к установке штепсельных розеток:

- высота установки розеток в комнатах и кухнях от пола не нормируется;

- розетки надплинтусного типа устанавливают на высоте 0,3 м от пола;

- штепсельные розетки устанавливают на ток 6 А из расчета: в жилых комнатах — одна розетка на  $10\text{ м}^2$  площади комнаты, в кухнях — две розетки независимо от площади.

Во влажных, сырых и особо сырых помещениях кухни, ванны комнаты, туалеты и т. д.) следует:

- уменьшать длину прокладки проводов и кабелей с наибольшим удалением от труб водопровода и канализации;

- выключатели размещают вне этих помещений, а светильники — на стене, смежной с коридором;

- установка штепсельных розеток в ванных комнатах, душевых и туалетах не допускается.

В этих помещениях применяют, как правило, скрытую электропроводку; провода прокладывают в

поливинилхлоридных или других изоляционных трубах; допускается открытая электропроводка защищенными проводами и кабелями; прокладка проводов в стальных трубах запрещается.

Электромонтажные работы начинают с разметки мест установки соединительных и ответвительных коробок, квартирного щитка, штепсельных розеток, выключателей, светильников, так как их местоположение определяет начало, направление и концы трасс.

Разметка линий прокладки проводов. После того как закончена разметка мест установки квартирного счетчика, выключателей, розеток, мест крепления светильников, размечают линии прокладки проводов. Линии отбивают, как правило, с помощью шнура. Шнур натирают красящим материалом (мелом, углем и т. д.). При разметке шнур натягивают в нужном направлении, оттягивают и затем резко отпускают, отбивая таким образом на стене или потолке ясную видимую линию, показывающую направление трассы проводки.

Места установки крепежных деталей (ролики, изоляторы, скобы, закрепы и т. п.) отмечают короткими линиями, проводимыми поперек отбитой шнуром линии. Места установки опорных конструкций и крепежных деталей определяют в следующей последовательности:

- сначала у соединительных и ответвительных коробок на поворотах, у переходов через стены и перекрытия, затем размечают точки промежуточных креплений;

- места установки крепежных деталей располагают вдоль трассы симметрично на одинаковом расстоянии друг от друга не превышающем максимально допустимые СНИПом;

- места крепления проводов при вводе их в коробку или при проходе через стену располагают на расстоянии 5-7см, а на изгибах и поворотах на расстоянии 1,0-1,5 см от начала изгиба;

- на прямолинейных участках размеры между поддерживающими опорами выбираются в соответствии с рекомендациями табл. 1.

Таблица 1.

Нормируемый размер	Расстояние в мм при сечении					
	проводов					шнура
	1-2,5	4-10	16-25	35-70	95-120	1-2,5
Наименьшее расстояние между осями проводов одной или разных цепей при прокладке:						
а) на роликах	35	35	50	-	-	35
б) на изоляторах	70	70	70	100	150	-
Наибольшее допустимое расстояние между изолирующими опорами при прокладке						
а) на роликах	800	800	1000	-	-	800
б) на изоляторах	1000	2000	2500	3000	6000	-

На рис. 3 приведен пример разметочных расстояний электропроводки на роликах.

При разметке пользуются измерительными линейками, отвесами, складными метрами и рулетками, разметочным шестом, разметочными циркулями, уровнями и другими специальными инструментами и приспособлениями. Кроме этого при выполнении разметки необходимо иметь лестницу-стремянку и разметочные шаблоны для нанесения отметок отверстий под крепления подрозетников, штепсельных розеток и выключателей.

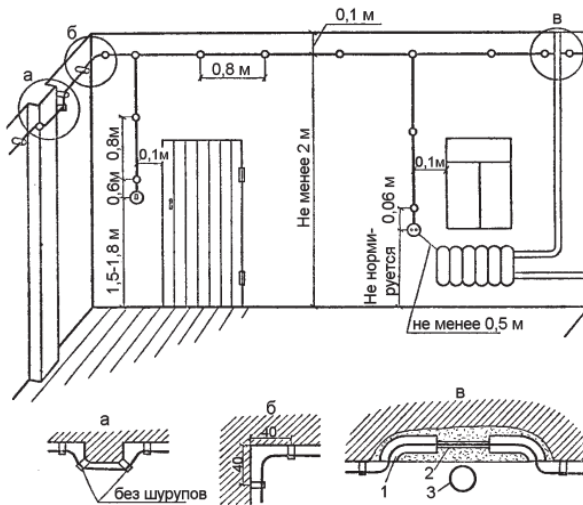


Рис. 3. Разметочные расстояния электропроводки на роликах  
 а - для прокладки трасс; б - для установки выключателей; в - для обхода препятствий; 1 - воронка; 2 - резиновая полутвердая трубка; 3 - труба отопления

## **Что необходимо для расчётов**

1. Суммарное значение всех максимальных потребляемых мощностей приборов, подключённых к сети электропитания в отдельных помещениях и в здании в целом. Определить эту цифру не сложно, достаточно просуммировать паспортные данные мощностей приборов или узнать их из достоверных источников, если паспорта и таблички не сохранились, или посмотреть не представляется возможным.

2. Учесть значение напряжения в сети. Обычно оно равно 220 или 380 В.

3. Выбрать материал токоведущих жил кабеля, которым будет осуществляться передача электроэнергии. Это может быть медь, алюминий или алюмомедь.

В таблице 2 и 3 приведены данные мощности, тока и сечения кабелей и проводов, для расчетов и выбора защитных средств, кабельных материалов и электрооборудования. В расчете применялись данные таблиц ПУЭ, формулы активной мощности для однофазной и трехфазной симметричной нагрузки.



Таблица 2

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Медные жилы проводов и кабелей			
	Напряжение 220 В		Напряжение 380 В	
	ток, А	мощность, кВт	ток, А	мощность, кВт
1,5	19	4,1	16	10,5
2,5	27	5,9	25	16,5
4	38	8,3	30	19,8
6	46	10,1	40	26,4
10	70	15,4	50	33
16	85	18,7	75	49,5
25	115	25,3	90	59,4
35	135	29,7	115	75,9
50	175	38,5	145	95,7
70	215	47,3	180	118,8
95	260	57,2	220	145,2
120	300	66,0	260	171,6

Таблица 3

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Алюминиевые жилы проводов и кабелей			
	Напряжение 220 В		Напряжение 380 В	
	ток, А	мощность, кВт	ток, А	мощность, кВт
2,5	20	4,4	19	12,5
4	28	6,1	23	15,1
6	36	7,9	30	19,8
10	50	11,0	39	25,7
16	60	13,2	55	36,3
25	85	18,7	70	46,2
35	100	22,0	85	56,1
50	135	29,7	110	72,6
70	165	36,3	140	92,4
95	200	44,0	170	112,2
120	230	50,6	200	132,0

### **1.3.2 Правила подключения заземления**

Реально в городских условиях блуждающие токи и пр. мешающие факторы столь велики, что на батарее отопления может оказаться что угодно. Однако основная проблема, в том, что ток срабатывания автоматов защиты достаточно велик. Соответственно один из вариантов возможной аварии — пробой накоротко фазы на корпус с током утечки как раз где-то на границе срабатывания автомата, то есть, в лучшем случае 16 А. Итого, делим 220 В на 16 А – получаем 15 Ом. Всего каких-то тридцать метров труб, и получите 15 Ом. И потек ток куда-то, в сторону не пиленого леса. Но это уже не важно. Важно то, что в соседней квартире (до которой 3 метра, а не 30, напряжение на кране почти те же 220 В.), а вот на, скажем, канализационной трубе – реальный ноль, или около того.

### **1.3.3 «Заземление» и «зануление»**

Одним из вариантов «заземления» является «зануление». Но только не как в случае описанном выше. Дело в том, что на корпусе распределительного щита, на Вашем этаже имеется нулевой потенциал, а если точнее, нулевой провод, проходящий через этот самый щиток, просто-напросто имеет контакт с корпусом щита посредством болтового соединения. Нулевые проводники с расположенных на этом этаже квартир, тоже присоединяются к корпусу щита. Давайте рассмотрим этот момент поподробнее. Что мы видим, каждый из этих концов

заведен под свой болт (на практике правда часто встречается по парное соединение этих концов). Вот как раз туда и надо подсоединять наш новоиспеченный проводник, который в последствии будет называться «заземлением».

Для разводки по дому понадобится медный провод заземления, соответствующей длины, и сечением не менее  $1,5 \text{ мм}^2$  и, конечно, розетка с «заземляющим» контактом. Один конец провода заводится под свободный болт шины распределительного щита, соединенной с корпусом щита, а второй — на «заземляющий» контакт розетки. При наличии в щите УЗО заземляющий проводник не должен нигде на линии иметь контакта с N проводником (в противном случае будет срабатывать УЗО).

Не надо так же забывать, что «земля» не имеет права разрываться, посредством каких либо выключателей.

Ни одна электропроводка современного дома или квартиры не в состоянии функционировать полноценно, без качественного распределения электроэнергии между всеми домашними потребителями. Эта функция и возлагается на электрощиток, в котором сосредоточено оборудование, отвечающее не только за распределение электрической энергии, но и за безопасность эксплуатации проводки и даже за учет потраченной энергии. Схемы такого щитка мы и рассмотрим в этой статье.

Пример схемы квартирного группового распределительного щита в соответствии с ГОСТ Р 51628-2000

Приведем пример комплектации стандартной квартиры на базе оборудования гаммы “Домовой” (рис.4). На вводе в квартиру устанавливается УЗО ВД63 с дифференциальным током 30 мА последовательно с автоматическим выключателем ВА63 или дифференциальный автоматический выключатель АД63. Всего может быть несколько групп потребителей. В данном случае это группы освещения и розеток, защищенных двумя автоматическими выключателями ВА63 с номинальным током 16 А, и электрическая плита, которую защищает автоматический выключатель с номинальным током 25 А. Иногда в отдельную группу выделяется стиральная машина или кондиционер. В этом случае устанавливается автоматический выключатель ВА63 с номинальным током 16 А.

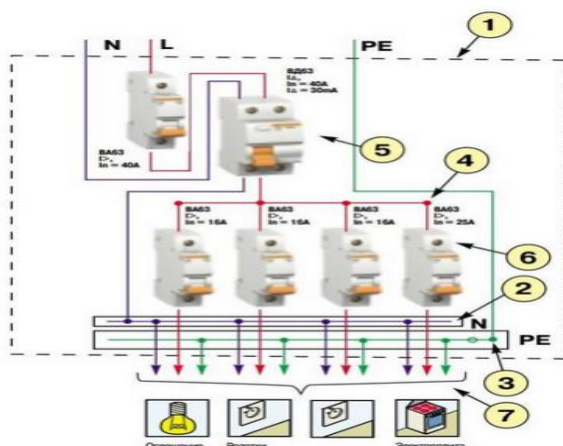


Рис.4. Групповой распределительный щит ГОСТ Р 51628-2000

1 - пластиковый корпус щита; 2 – соединительные элементы нулевых рабочих проводников; 3 - соединительный элемент зажимов нулевых защитных проводников, а также проводника уравнивания потенциалов; 4 - соединительный элемент входных выводов защитных аппаратов групповых цепей; 5 - выключатель дифференциального тока; 6 - автоматические выключатели; 7 - линии групповых цепей

Ниже приведена более сложная схема электропроводки с использованием оборудования гаммы “Домовой”, предназначенная для небольшого коттеджа, дачи или многокомнатной квартиры. В этом случае на вводе установлено УЗО ВД63 с дифференциальным током 300 мА, так как естественный (фоновый) ток утечки электрооборудования может быть достаточно высоким (вследствие большой протяженности электропроводки при установке УЗО с меньшим током утечки возможны ложные срабатывания). Первые три автоматических выключателя (рис. 5.) предназначены для защиты осветительных цепей. Дифференциальный автоматический выключатель АД63 с дифференциальным током 10 мА используется для защиты электрооборудования ванной комнаты, так как во влажном помещении особенно опасен контакт с токоведущими частями электроустановки. Группа из УЗО ВД63 и трех автоматических выключателей ВА63 предназначена для защиты розеток. Трехфазный автоматический выключатель ВА63 и УЗО ВД63 защищают мощных потребителей, например, электроплиту или

сауну.

Последняя линия из одного УЗО ВД63 и двух автоматических выключателей ВА63 предназначена для защиты цепей отдельностоящего здания, например, хоз.блока или подсобного помещения.

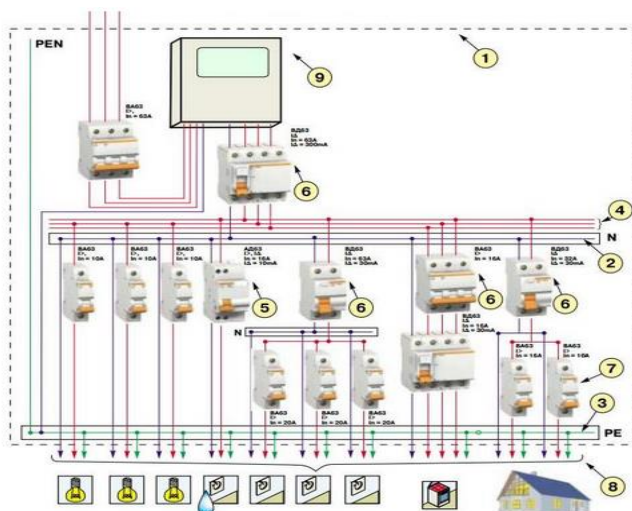


Рис.5. Групповой распределительный щит ГОСТ Р 51628-2000 для многоквартирной квартиры или коттеджа

1- пластиковый корпус щита; 2 - соединительные элементы нулевых рабочих проводников; 3 - соединительный элемент зажимов нулевых защитных проводников, а также проводника уравнивания потенциалов; 4 - соединительный элемент входных выводов защитных аппаратов групповых цепей; 5 - автоматический выключатель дифференциального тока; 6 -

выключатель дифференциального тока; 7 – автоматические выключатели; 8 - линии групповых цепей; 9 – счетчик.

#### **1.4 Способы соединения проводов**

При прокладке или ремонте электропроводки довольно часто приходится делать всевозможные ответвления и сращивание проводов. Во время этой операции всегда надо стремиться к тому, чтобы получить качественное соединение и хороший контакт. Это действительно очень важно, потому что в местах плохого контакта из-за увеличения сопротивления токопроводящие жилы нагреваются, а это может привести к возгоранию изоляции вашего проводника и в отдельных случаях – к серьезным последствиям.

Согласно ПУЭ, соединения проводов должны выполняться одним из следующих способов:

- Опрессовка
- Сварка
- Пайка

##### **1.4.1 Соединение опрессовкой**

Опрессовка — это соединения жил проводов путем обжатия соединительной гильзы. Гильза обжимается при помощи специального инструмента – пресс-клещей. Обжимные гильзы бывают различных диаметров и изготавливаются из разных материалов – медь, алюминий, луженая медь. Этот метод

используется как для опрессовки скруток, так и как отдельный вид соединения жил проводов и кабелей. Для обработки скруток метод опрессовки применяется достаточно редко. Под каждую скрутку нужно подобрать гильзу соответствующего диаметра, надеть ее на скрутку и обжать при помощи пресс-клещей. Метод опрессовки является основным для соединения проводов и кабелей большого диаметра (начиная от 10 мм<sup>2</sup>), а так же для подсоединения наконечников.



Рис.6. Опресовка скруток

Для того чтобы соединить провода этим способом понадобится:

- гильза, для опрессовки из соответствующего материалу проводов в скрутке (алюминий/медь) и диаметр гильзы должен соответствовать диаметру скрутки;
- клещи, для опрессовки;
- термоусадка или изолента, для изоляции соединения.





Рис.7. Соединение кабелей опрессовкой

Делаем опрессовку:

1. Снимаем изоляцию с проводов, которые нужно соединить.
2. Скручиваем провода, одеваем на скрутку подобранную по диаметру и материалу гильзу, для опрессовки.
3. Опрессовываем гильзу пресс-клещами.
4. Изолируем полученное соединение с помощью термоусадки или изоленты.

### **1.4.2 Сварка проводов**

Не менее популярным способом обработки скруток является сварка. В массовом строительстве все скрутки в распределительных коробках именно свариваются. Причина популярности этого метода – быстрота и дешевизна. Сварка

проводов занимает существенно меньше времени, чем пайка. Для сварки потребуется трансформатор мощностью от 500 Вт, напряжением 36 В или сварочный аппарат с угольным электродом. Рекомендуется, конечно же, использовать именно сварочный аппарат – на нем можно выставить оптимальный для сварки ток. Для сварки прикладываем провод «масса» к скрутке и касаемся угольным электродом ее края. Скрутка должна быть развернута концом вниз, чтобы расплавленный металл каплей повис на ней. У этого метода есть свои недостатки. При сварке, провода в скрутке закаляются, становятся хрупкими и окисляются от высокой температуры во время сварки. Кроме того, работа со сварочным оборудованием пожаронебезопасна, применять сварку можно не везде.



Рис. 8. Сварка скруток

Для того, чтобы сделать соединение проводов этим способом понадобится:

1. Средства индивидуальной защиты при сварке (очки, перчатки)

2. Сам сварочный аппарат.
3. Электрод.
4. Флюс, для защиты места сварки от окисления.

Делаем сварку:

1. Зачищаем провода от изоляции 4-5 см.
2. Делаем скрутку, можно откусить конец скрутки для того чтобы провода заканчивались на одном уровне.
3. Насыпаем флюс в углубление электрода и прижимаем конец скрутки к электроду.
4. Включаем сварку и после сваривания отводим электрод.
5. Образовавшуюся контактную сварку «шарик» на конце скрутки зачищаем металлической щеткой и изолируем.

### 1.4.3 Пайка проводов



Рис.9. Пайка скруток

Пайка в электромонтаже – это соединение жил проводов при помощи припоя. На практике, имея ввиду электромонтажные работы, опаявать приходится скрутки и многожильные провода. Опайка скруток обеспечивает надежный электрический контакт проводов. Кроме того, опаянная поверхность защищена от коррозии. На мой взгляд, этот вид соединения наиболее универсален. Опаявать требуется и многожильные провода при их подключении под винтовой зажим. К примеру, когда вы подключаете вилку или розетку удлинителя, концы проводов рекомендуется опаять. Хотя в этом случае можно обойтись и специальными наконечниками нужного диаметра. Раз уж речь зашла о многожильных проводах, считаю не лишним напомнить, для монтажа стационарной электропроводки нужно использовать провода с цельными жилами, многожильные провода в этом случае применять не рекомендуется. Для пайки нам потребуется паяльник мощностью 100 Вт и припой с канифолью. Включаем паяльник, даем ему несколько минут разогреться, прикладываем к месту пайки и подносим под жало припой.

Для соединения проводов пайкой нам понадобится:

1. Припой.
2. Канифоль, либо флюс.
3. Наждачная бумага.
4. Паяльник.

Делаем спайку:

1. Зачищаем провода, которые необходимо соединить от изоляции.

2. Наждачной бумагой нужно зачистить каждую из соединяемых жил, для металлического блеска.

3. Необходимо залудить место спайки, для этого можно, если вы используете канифоль, нагреть скрутку и прижать ее к кусочку канифоли пока скрутка не утопится в расплавленной канифоли.

4. Хорошо пропаять припоем скрутку.

При этом нужно следить, чтобы провода не нагревались чересчур сильно, чтобы изоляция не оплавилась. В общем-то, спайка и сварка достаточно надежные способы соединения проводов, но они более сложные и трудоемкие, чем остальные, поэтому и применяются реже. Но, в случаях, где необходимо сделать действительно очень качественное соединение проводов, их применение целесообразно.

### **1.5 Описание лабораторной установки**

Аппаратная часть комплекса состоит из функциональных блоков и содержит:

1. Спроектированные с учебными целями физические аналоги элементов электрической системы;

2. Однофазный источник питания;

3. Модель питающей электрической сети;

4. Двухполюсный рубильник;
5. Блок устройств защитного отключения;
6. Блок автоматических выключателей;
7. Счетчик электрической энергии.

Питание учебного комплекса осуществляется от трехфазной 5-ти проводной электрической сети переменного тока напряжением 380 В с нейтральным и защитным проводниками.

Учебному лабораторному комплексу «Электромонтаж в жилых и офисных помещениях» присущи следующие качества:

**УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ**, которая выражается в возможности воспроизведения не только установившихся, но и переходных процессов различной физической природы в электрической системе при ее ручном или дистанционном (автоматизированном) управлении.

**ГИБКОСТЬ**, которая обеспечивается возможностью компоновки требуемой конфигурации комплекса сообразно с задачами каждого конкретного эксперимента.

**НАГЛЯДНОСТЬ** результатов моделирования, которая обеспечивается их отображением посредством традиционных измерительных приборов (аналоговых или/и цифровых) или виртуальных приборов на мониторе компьютера.

**НАДЁЖНОСТЬ**, достигаемая за счет малой мощности силовых элементов, защиты электрических цепей лабораторного

комплекса от эксплуатационных коротких замыканий и ошибок студентов при проведении экспериментов.

**ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**, которая обеспечена выполнением оборудования классов защиты от поражения электрическим током, а также применением устройства защитного отключения (УЗО).

**КОМПАКТНОСТЬ**, которая обеспечена малыми габаритами элементов и также использованием только требуемых для данного эксперимента блоков и приборов.

**СОВРЕМЕННЫЙ ДИЗАЙН** комплекса с учетом требований эргономики, инженерной психологии и эстетики.

На комплексе может активно работать творческая бригада из 3-5 студентов.

### **1.6 Перечень функциональных блоков, используемых в экспериментах**

Количество и тип функциональных блоков, используемых в конкретных экспериментах, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств	2302	~220 В

	защитного отключения		4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
A6...A8	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A13, A14	Электророзетка без заземляющих контактов	2307	~220 В/10 А
A15	Разветвительная коробка	2309	~220 В/16 А
A16	Кнопка звонковая	2311	~220 В
A17	Электрический звонок	2312	~220 В
A18...A20	Электророзетка с заземляющими контактами	2308	~220 В/16 А
A21	Электророзетка с заземляющими контактами	2308.1	~220 В/32 А
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный Однофазный/ активной энергии 220 В/5-50 А

## **2. ОПИСАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

#### **2.1 Лабораторная работа №1**

#### **Цепи распределительного щита квартиры с двухпроводной электрической сетью и устройством защитного отключения**

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.



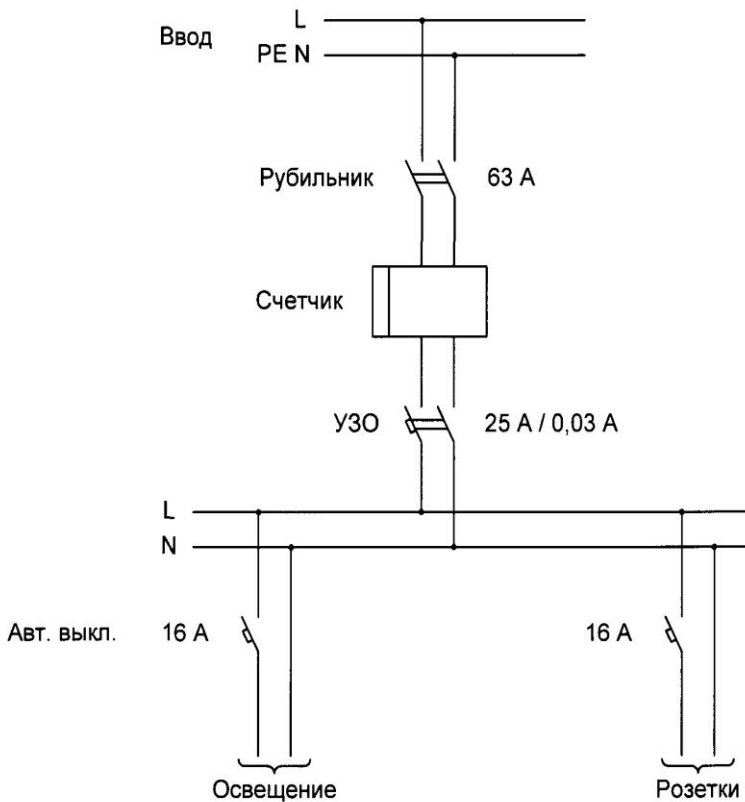


Рис.10. Схема электрическая принципиальная цепей распределительного щита квартиры с двухпроводной электрической сетью и УЗО

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 5

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

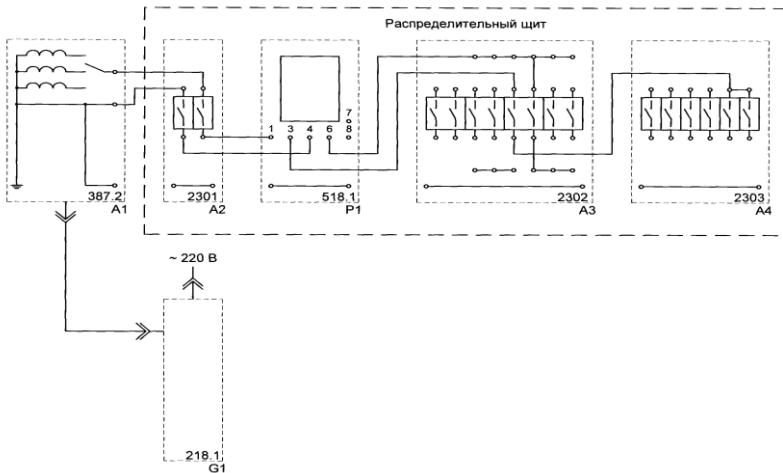


Рис. 11. Схема электрическая соединений цепей распределительного щита квартиры с двухпроводной электрической сетью и УЗО

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включен) рубильник А2.
- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока А3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока А4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 11.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «РЕ» модели А1.
- Включите рубильник А2. При этом должен загореться светодиод счетчика Р1.

- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3.
- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока А3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

## 2.2 Лабораторная работа № 2

### Цепи распределительного щита типовой квартиры с системой заземления TN-C-S

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.

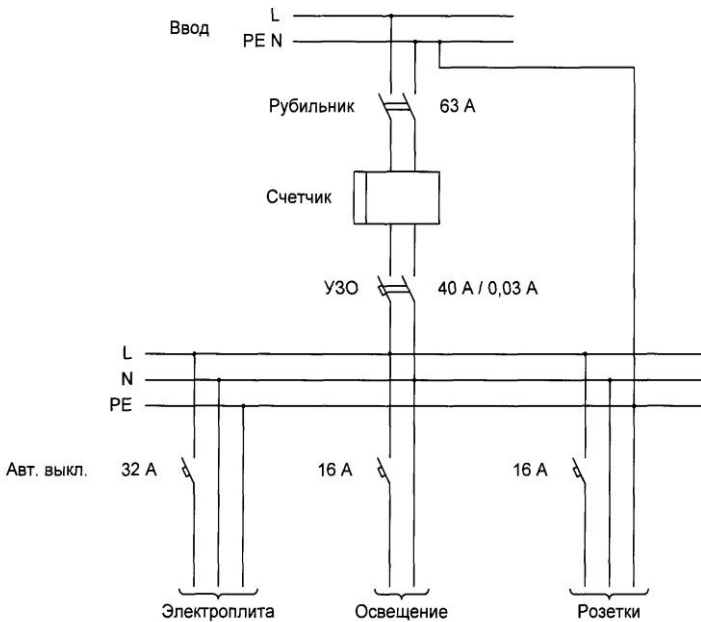


Рис. 12. Схема электрическая принципиальная цепей распределительного щита типовой квартиры с системой заземления TN-C-S

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 6

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

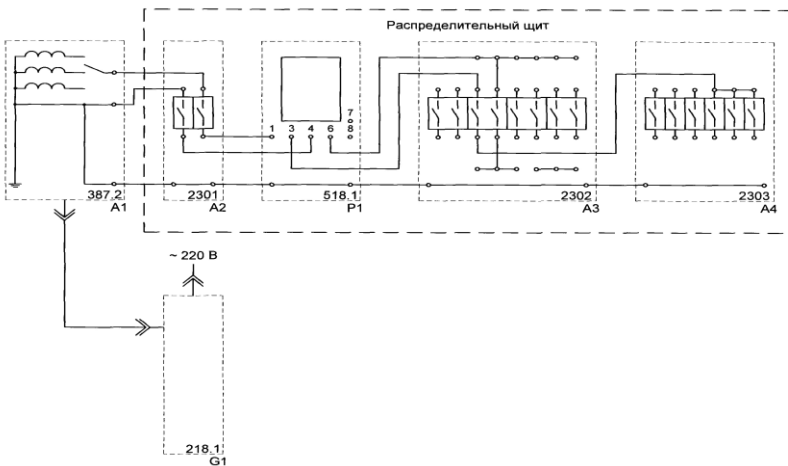


Рис. 13. Схема электрическая соединений цепей распределительного щита типовой квартиры с системой заземления TN-C-S

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включен) рубильник А2.
- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока А3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока А4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 13.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели А1.
- Включите рубильник А2. При этом должен загореться светодиод счетчика Р1.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в

гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3.

- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока А3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.



## 2.3 Лабораторная работа № 3

### Цепи распределительного щита квартиры повышенной комфортности с системой заземления TN-C-S

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.

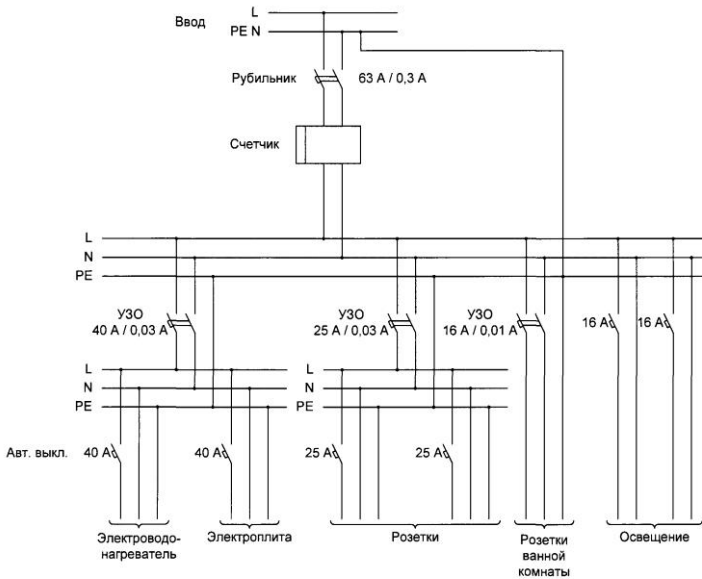


Рис. 14. Схема электрическая принципиальная цепей распределительного щита квартиры повышенной комфортности с системой заземления TN-C-S

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 7

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

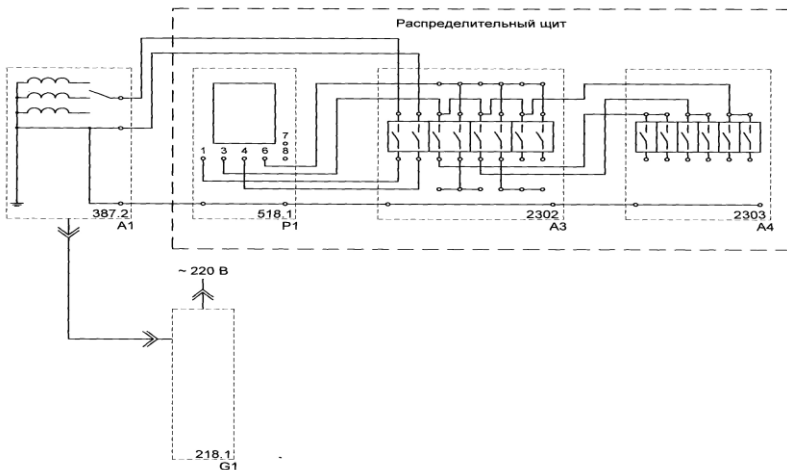


Рис. 15. Схема электрическая соединений цепей распределительного щита квартиры повышенной комфортности с системой заземления TN-C-S

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включены) устройства защитного отключения блока A3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока A4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 15.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели A1.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» устройств защитного отключения блока A3.
- Включите крайнее левое устройство защитного отключения блока A3. При этом должен загореться светодиод счетчика PL

- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» устройств защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевых шин.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» автоматических выключателей блока А4.
- Включите автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

## **2.4 Лабораторная работа № 4**

### **Цепи распределительного щита офиса с системой заземления TN C-S**

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов.

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 8

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

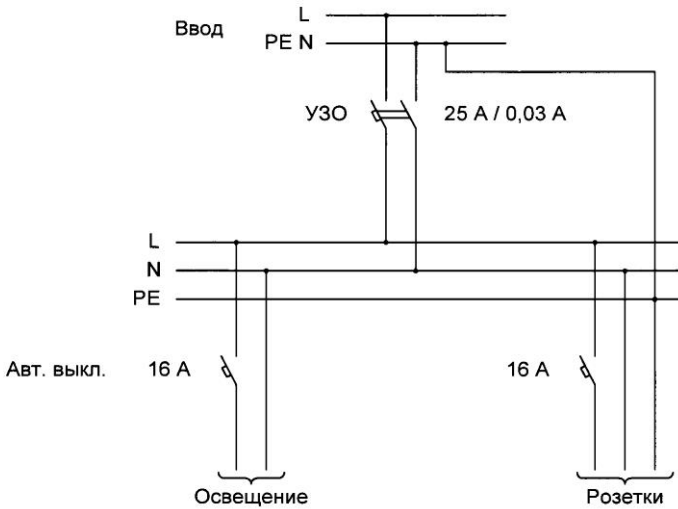


Рис. 16. Схема электрическая принципиальная цепей распределительного щита офиса с системой заземления TN-C-S

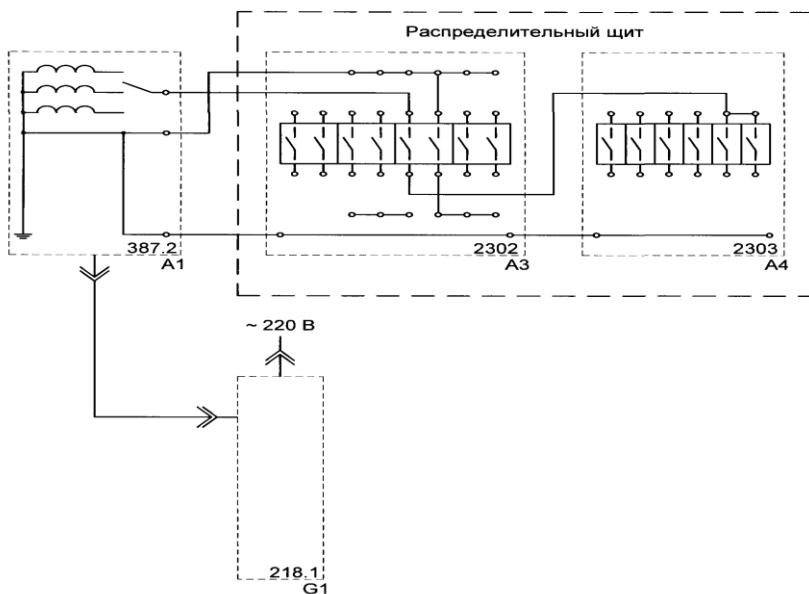


Рис. 17. Схема электрическая соединений цепей распределительного щита офиса с системой заземления TN-C-S

### Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.

- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока А3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока А4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 17.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели А1.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3.
- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока А3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в

схеме автоматических выключателей блока А4.

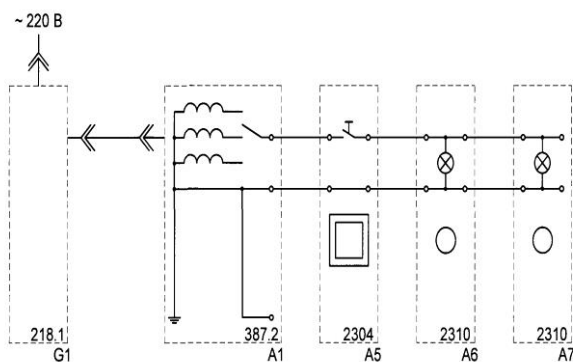
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

## 2.5 Лабораторная работа № 5

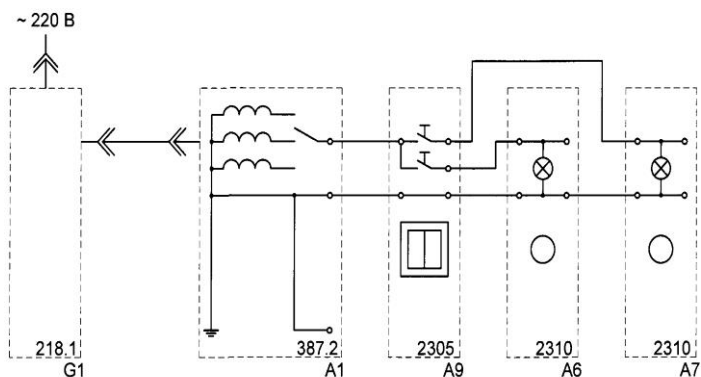
### Цепи включения ламп накаливания

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.



a)





б)

Рис. 18. Схемы включения ламп накаливания:

- а) одноклавишным выключателем;
- б) двухклавишным выключателем.

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы базовых блоков комплекса.

Таблица 9

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A5	Одноклавишный выключатель	2304	~220 В/6 А
A6, A7	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A10, A11	Переключатель	2306	~220 В/6 А
A12	Светорегулятор	2313	
A21	Блок люминисцентной лампы	2314	~220 В/6 Вт

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включен) выключатель А5.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 18, а.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Включите выключатель А5. При этом должны загореться лампы А6 и А7.
- Отключите выключатель А5. При этом должны погаснуть лампы А6 и А7.
- Отключите выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.

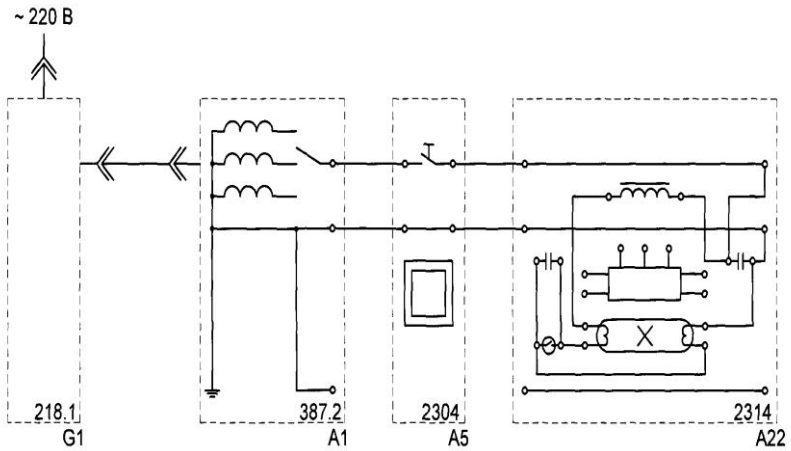
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 18, б.
- Отключите (если включен) выключатель А9.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Включите левую половину выключателя А9. При этом должна загореться лампа А6 или А7.
- Включите правую половину выключателя А9. При этом должна загореться вторая лампа.
- Отключите обе половины выключателя А9. При этом должны погаснуть лампы А6 и А7.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

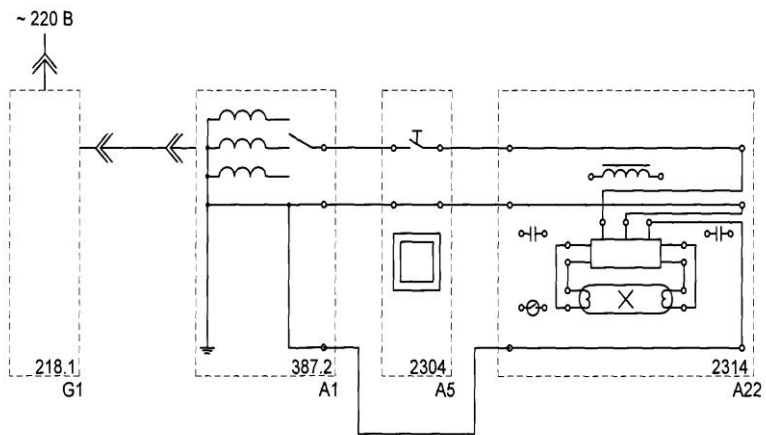
## **2.6 Лабораторная работа № 6**

### **Цепи включения люминесцентных ламп**

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.



а)



б)

Рис. 19. Схемы включения люминесцентных ламп:

а) по стартерной схеме зажигания;

б) по бесстартерной схеме зажигания.

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 10

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A5	Одноклавишный выключатель	2304	~220 В/6 А
A6, A7	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A10, A11	Переключатель	2306	~220 В/6 А
A12	Светорегулятор	2313	
A21	Блок люминисцентной лампы	2314	~220 В/6 Вт

**Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.

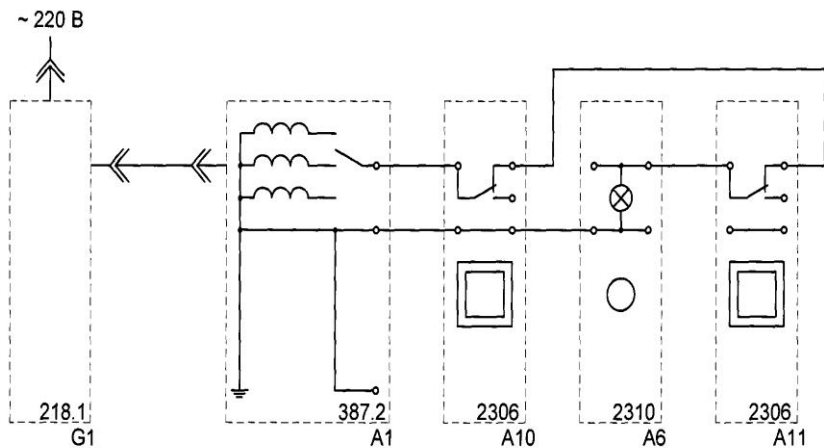
- Отключите (если включен) выключатель А5.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис.19, а (19, б).
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Включите выключатель А5. При этом должна загореться люминисцентная лампа в блоке А22.
- Отключите выключатель А5. При этом должна погаснуть люминисцентная лампа в блоке А22.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

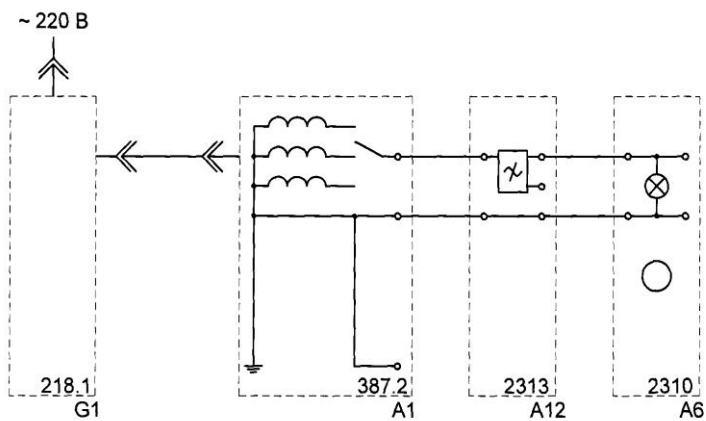
## **2.7 Лабораторная работа № 7**

### **Цепи управления освещением**

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.



а)



б)

Рис. 20. Схемы управления освещением:  
 а) включение освещения с двух мест;  
 б) регулирование интенсивности освещения.

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 11

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A5	Одноклавишный выключатель	2304	~220 В/6 А
A6, A7	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A10, A11	Переключатель	2306	~220 В/6 А
A12	Светорегулятор	2313	
A21	Блок люминисцентной лампы	2314	~220 В/6 Вт

**Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и



автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.

- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 20, а.
- Зафиксируйте переключатели А10 и А11 в противоположных положениях.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Переведите переключатель А10 в противоположное положение. При этом должна загореться лампа А6.
- Переведите переключатель АН в противоположное положение. При этом должна погаснуть лампа А6.
- Отключите выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 20, б.
- Переведите в отключенное положение светорегулятор А12.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Вращайте рукоятку светорегулятора А12. При этом должна изменяться интенсивность свечения лампы А6.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель

«ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

## 2.8 Лабораторная работа № 8

### Групповая двухпроводная с устройством защитного отключения электрическая сеть освещения и розеток комнаты в квартире

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.

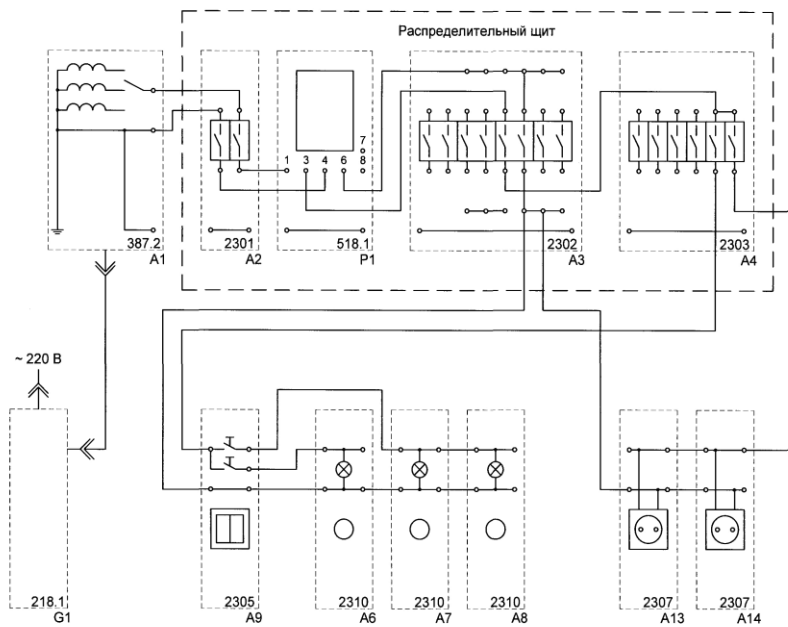


Рис. 21. Групповая двухпроводная с УЗО электрическая сеть освещения и розеток комнаты в квартире

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 12

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
A6...A8	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A13, A14	Электророзетка без заземляющих контактов	2307	~220 В/10 А
A15	Разветвительная коробка	2309	~220 В/16 А
A16	Кнопка звонковая	2311	~220 В
A17	Электрический звонок	2312	~220 В
A18...A20	Электророзетка с заземляющими контактами	2308	~220 В/16 А
A21	Электророзетка с заземляющими контактами	2308.1	~220 В/32 А
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включен) рубильник А2.
- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока А3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока А4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 21.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели А1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели А1.
- Включите рубильник А2. При этом должен загореться

светодиод счетчика Р1.

- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3.
- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока А3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в розетках А13 и А14.
- Включите левую половину выключателя А9. При этом должна загореться лампа А6.
- Включите правую половину выключателя А9. При этом

должны загореться лампы А7 и А8.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

## 2.9 Лабораторная работа № 9

### Групповая электрическая сеть освещения прихожей, ванной и туалетной комнат, электрического звонка в типовой квартире с системой заземления TN-C-S

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.

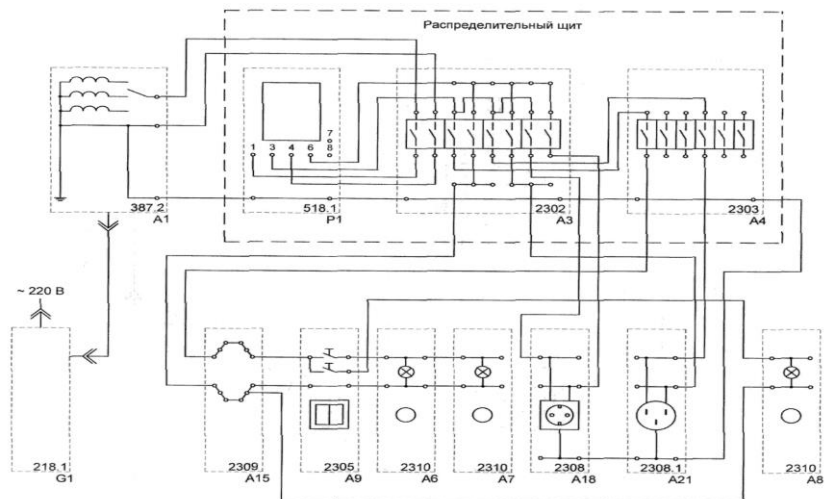


Рис. 22. Групповая электрическая сеть освещения и розеток ванной и туалетной комнат в квартире повышенной комфортности с системой заземления TN-C-S

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 13

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
A6...A8	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A13, A14	Электророзетка без заземляющих контактов	2307	~220 В/10 А
A15	Разветвительная коробка	2309	~220 В/16 А
A16	Кнопка звонковая	2311	~220 В
A17	Электрический звонок	2312	~220 В
A18...A20	Электророзетка с заземляющими контактами	2308	~220 В/16 А
A21	Электророзетка с заземляющими контактами	2308.1	~220 В/32 А
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включен) рубильник A2.
- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока A3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока A4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 22.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели A1.
- Включите рубильник A2. При этом должен загореться светодиод счетчика P1.



- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованную в схеме устройства защитного отключения блока А3.
- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока А3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения на верхней шине и его отсутствие на нижней шине разветвительной розетки А15.
- Включите выключатель А5. При этом должна загореться лампа А6 (в прихожей).

- Включите левую половину выключателя А9. При этом должна загореться лампа А7 ванной комнате).
- Включите правую половину выключателя А9. При этом должна загореться лампа А8 (в туалетной комнате).
- Нажмите на кнопку А16. При этом должен зазвонить звонок А17.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

## 2.10 Лабораторная работа № 10

### Групповая электрическая сеть освещения и розеток офиса с системой заземления TN-C-S.

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с электрической схемой соединений элементов лабораторной работы.

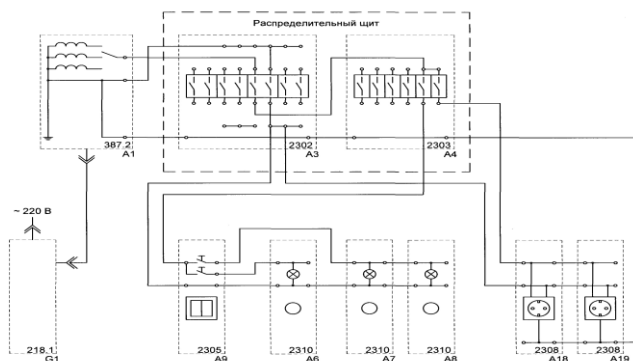


Рис. 23. Групповая электрическая сеть освещения и розеток офиса с системой заземления TN-C-S.

Перечень необходимых базовых блоков комплекса для выполнения работы.

Таблица 14

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~220 В/16 А
A1	Модель питающей электрической сети	387.2	~220 В/80 ВА
A2	Двухполюсный рубильник	2301	~220 В
A3	Блок устройств защитного отключения	2302	~220 В 4 УЗО
A4	Блок автоматических выключателей	2303	~220 В 6 выключателей
A6...A8	Лампа накаливания	2310	~220 В/15 Вт
A9	Двухклавишный выключатель	2305	~220 В/6 А
A13, A14	Электророзетка без заземляющих контактов	2307	~220 В/10 А
A15	Разветвительная коробка	2309	~220 В/16 А
A16	Кнопка звонковая	2311	~220 В
A17	Электрический звонок	2312	~220 В
A18...A20	Электророзетка с заземляющими контактами	2308	~220 В/16 А
A21	Электророзетка с заземляющими контактами	2308.1	~220 В/32 А
P1	Счетчик электрической энергии	518.1	Электронный/ Однофазный/ Активной энергии 220 В/5-50 А

## **Методическое указание по сборке электрической схемы и выполнения лабораторной работы**

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока A3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока A4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 23.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели A1.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения

блока А3.

- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока А3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока А3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока А4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в розетках А18 и А19.
- Включите левую половину выключателя А9. При этом должна загореться лампа А6.
- Включите правую половину выключателя А9. При этом должны загореться лампы А7 и А8.

По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели А1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель

«ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

### **3. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки по курсу «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт в системах электроснабжения»**

1. Монтаж самонесущих проводов
2. Сушка электрических машин
3. Электромонтажные крепежные изделия.
4. Оконцевание и соединение алюминиевых жил проводов и кабелей.
5. Оконцевание и соединение медных жил проводов и кабелей.
6. Назначение заземляющих устройств.
7. Кривая распределения потенциала в зависимости от расстояния до заземления.
8. Заземляющие устройства. Общие положения.
9. Заземлители. Искусственные заземлители.
10. Монтаж заземлителей.
11. Монтаж заземляющих и нулевых защитных проводников.
12. Ревизии и регулировка электрических машин и аппаратов.
13. Разметки мест под монтаж электрических машин. Способы крепления ЭМ к строительным конструкциям.

14. Подготовительные работы при монтаже электрических машин.
15. Монтаж электрических машин небольшой мощности.
16. Монтаж крупных электрических машин.
17. Перекатка, размещение на трассе и рытье траншей.
18. Подготовка траншей и прокладка кабеля в них.
19. Пересечения, сближения кабелей и их расположение в траншеях и засыпка.
20. Способы бестраншейной прокладки кабелей.
21. Прокладка кабелей в производственных помещениях.
22. Прокладка кабелей в коробах, на тросах, в кабельных сооружениях
23. Состав работ и структура электромонтажных организаций.
24. Техническая документация при производстве электромонтажных работ.
25. Общие условия производства электромонтажных работ.
26. Организация ЭМР в две стадии.
27. Проект производства работ (ППР).
28. Формы производственных документов по подготовке производства.
29. Приемка строительной части объекта под монтаж.
30. Сетевое планирование и управление ЭМР. Сетевой график.

31. Конструкционные материалы для ЭМР.
32. Электроизоляционные материалы. Лаки и краски.
33. Монтаж аппаратов управления ЭМ.
34. Общие требования к монтажу электропроводок.
35. Открытые электропроводки.
36. Заготовка, проходы через стены электропроводок.
37. Прокладка плоских проводов электропроводок.
38. Тросовые электропроводки.
39. Монтаж открытых электропроводок.
40. Монтаж скрытых электропроводок.
41. Монтаж электропроводок в каналах строительных конструкций.
42. Монтаж электропроводок в каналах крупнопанельных жилых домов.
43. Монтаж электропроводок в трубах.
44. Общие требования к прокладке кабельных трасс.
45. Технология погрузки, транспортировки, выгрузки и перемещения барабанов с кабелями.
46. Сопряжения электродвигателя с рабочими механизмами и их выверка (приспособления).
47. Прокладка кабелей в блоках и по эстакадам.
48. Прокладка кабелей при низких температурах.
49. Маркировка кабельных линий.
50. Оконцевание и соединение жил проводов (опрессовка, пайка, сварка).



51. Заземление и меры безопасности в установках электрического освещения.

52. Монтаж комплектных электроприводов.

53. Эксплуатация трансформаторного масла и его регенерация.

54. Защита электрических двигателей при аварийных режимах.

55. Ремонт пусковой, защитной и регулирующей аппаратуры.

56. Ремонт распределительных устройств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: Учебное пособие. М.: Мастерство, 2008. 296 с.
2. М.Л. Каминский, В. М. Каминский. Монтаж приборов и систем автоматизации: Учебник. М.: Высш. шк.; Изд. Центр «Академия», 2009. 304 с.
3. Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. М.: Высш. шк.; Изд. Центр «Академия», 2010. 248 с.
4. Баркан Я.В.. Эксплуатация электрических систем. М.: Высшая школа, 2003.
5. Г.П. Егоров, А.И. Кивирский. Устройство, монтаж, эксплуатация и ремонт промышленного электрооборудования. М.: Высшая школа, 2008.
6. Кумин В.Д., Воробьев Б. Л. Электричество на участке и в доме. М.: ИДМСП, 2009.
7. Литвинов В.Н. Справочник молодого рабочего по монтажу электропроводок. М.: Высшая школа, 2001.
8. Назаров В.И. Электропроводка. М.: ЗАО "Траст Пресс", 2009.
9. Петриков Л. В. Электрификация садового участка. М.: ЗАО "Траст Пресс", 2001.

10. Шевляков В И Основные направления развития распределительных электрических сетей сельских территорий до 2010 года. В кн.: Энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 2-й Международной НТК. Часть 1. М.: ВИЭСХ, 2000.

11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) 7-ое изд. М.: Главгосэнергонадзор, 2002.

12. Правила эксплуатации электроустановок потребителей/Госэнергонадзор Минтопэнерго РФ. 5-е изд. М.: Энергоатомиздат, 2002.

13. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей/Госэнергонадзор Минтопэнерго РФ. 4-е изд. М.: Энергосервис, 2004.

14. Строительные нормы и правила (СНиП) 3. 05. 06-85. Электротехнические устройства. Правила производства и приемки работ. М.: Стройиздат, 1986.

Учебное издание

**Хафизов Алмаз Анзяпович  
Нуриев Илсур Мухтарович  
Валиев Рамиль Ильдарович**

**Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт  
систем электроснабжения**

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции

Отпечатано с готового оригинал-макета

в Издательско-полиграфическом центре Набережночелнинского института  
Казанского (Приволжского) федерального университета

Подписано в печать \_\_\_\_.05. 2016 г. Формат 60x84/16

Печать ризографическая

Бумага офсетная Гарнитура «Times New Roman»

Уч.-изд.л. Усл.-печ.л Тираж 50 экз. Заказ №

---

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект Мира, 68/19

тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail: [ic-nchi-kpfu@mail.ru](mailto:ic-nchi-kpfu@mail.ru)