

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

А.С. Дебрин, А.В. Заплетина

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И ВЫПОЛНЕНИЮ
ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ**

*Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»
для внутривузовского использования в качестве учебного пособия
для обучающихся по специальности
35.02.08 – Электрификация и автоматизация сельского хозяйства*

Электронное издание

Красноярск 2023

ББК 31.29-5-08я73

Д 25

Рецензенты:

В.Б. Белый, кандидат технических наук, доцент кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»

А.П. Егоров, преподаватель отделения электрификации и автоматизации сельского хозяйства КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»; технический эксперт WorldSkills Russia по компетенции «Электромонтаж»

Д 25

Дебрин, А.С. Лабораторный практикум по обслуживанию электроустановок и выполнению электромонтажных работ [Электронный ресурс] / А.С. Дебрин, А.В. Заплетина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2023. – 160 с.

В издании приведена методика выполнения лабораторных работ. Содержатся краткие теоретические сведения по темам работ, задания по их выполнению, контрольные вопросы.

Предназначено для студентов центра подготовки специалистов среднего звена, обучающихся по специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

ББК 31.29-5-08я73

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум подготовлен в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования и порядком организации и осуществления образовательной деятельности по программам среднего профессионального образования, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 июня 2013 г. № 464.

В процессе освоения основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по итогам освоения профессиональных модулей проводятся квалификационные экзамены. Целью проведения квалификационного экзамена является оценка соответствия достигнутых компетентностных образовательных результатов обучающихся по профессиональному модулю требованиям ФГОС СПО, готовности обучающихся к определенному виду профессиональной деятельности по избранной специальности.

Лабораторный практикум по обслуживанию электроустановок и выполнению электромонтажных работ предназначен для освоения профессионального модуля ПМ.05, подготовки к квалификационным и демонстрационным экзаменам. В издании отражены современные достижения в области индустриализации и механизации электромонтажных работ, передовые технологии производства, организация системы эксплуатации электрооборудования на передовых предприятиях, а также научная организация труда по стандартам WorldSkills Russia по компетенции «Электромонтаж».

Освещаются вопросы, связанные с монтажом электрических сетей, приемами организации электромонтажных работ, инструментами, приспособлениями и средствами выполнения электромонтажных работ, изучением требований нормативно-технической документации с целью обеспечения безопасности, надежности и долговечности строящихся электроустановок.

Поднимаются проблемы оптимизации систем электрификации предприятий АПК с точки зрения повышения надежности при эксплуатации систем электроснабжения, экономичности систем электроснабжения, улучшения показателей качества электрической энергии за счет совершенствования эксплуатации систем электроснабжения сельскохозяйственных предприятий. Описываются приемы монтажа,

наладки, обслуживания, диагностирования, определения неисправностей и ремонта электрооборудования, осветительных и силовых электроустановок. В результате изучения дисциплины учащийся должен:

Знать:

- конструкции внутренних электропроводок; монтаж внутренних электропроводок;
- принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства (требования правил устройства электроустановок к электропомещениям, электрическим машинам, заземляющим устройствам);
- нормы приемосдаточных испытаний;
- назначение светотехнических и электротехнологических установок (требования правил устройства электроустановок к электроосвещению, электротермическим установкам), технологические основы автоматизации и системы централизованного контроля и автоматического управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства (подготовка к производству монтажных работ систем автоматизации в соответствии с требованиями СНиП);
- правила техники безопасности при обслуживании электроустановок в объеме квалификационной группы II;
- правила оказания первой помощи при поражении электрическим током;
- приемы и последовательность производства такелажных работ;
- методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей (учет электрооборудования предприятия (организации)); инвентаризации электрооборудования структурного подразделения организации;
- технологию производства, передачи и распределения электрической энергии (надежность электроснабжения и средства для повышения ее уровня. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения. Требования ПУЭ к обеспечению надежности электроснабжения электроприемников различной категории);
- схемы и классификацию электрических сетей; режимы нейтрали электрических сетей;
- технические характеристики проводов, кабелей и методику их выбора для внутренних проводок и кабельных линий;

- понятие о горении и гашении электрической дуги, способы ее гашения в электрических аппаратах (токоведущие части, контактные соединения, изоляторы);

- основные требования к распределительным устройствам высокого и низкого напряжений и их задачи при эксплуатации;

- меры ответственности за невыполнение требований безопасности и охраны труда;

- технику безопасности при выполнении строительно-монтажных работ;

- правила утилизации и ликвидации отходов электрического хозяйства.

Уметь:

- выполнять расчет объема работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту в условных единицах; расчет годовых трудовых затрат на оперативное обслуживание электрооборудования;

- проводить отдельные несложные работы по ремонту и обслуживанию электрооборудования;

- чистить контакты и контактные поверхности;

- выполнять простые слесарные и монтажные работы при ремонте электрооборудования;

- подключать и отключать электрооборудование и выполнять простейшие измерения.

Владеть:

- навыками обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных организаций;

- нормами эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных организаций;

- приемами монтажа и наладки электрооборудования сельскохозяйственных организаций;

- методиками измерения мегаомметром сопротивления изоляции распределительных сетей, статоров и роторов электродвигателей, обмоток трансформаторов, вводов и выводов кабелей;

- технологией монтажа, наладки и эксплуатации систем централизованного контроля и автоматизированного управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства;

- навыками эксплуатации и ремонта электротехнических изделий, используемых в сельскохозяйственном производстве;

- техническими правилами обслуживания и ремонта автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;

- принципами обслуживания силовых и осветительных электроустановок с простыми схемами включения;
- приемами включения, переключения и выключения электрооборудования на обслуживаемом объекте или участке;
- навыками:
 - определения причин неисправности и устранения простых повреждений в силовой и осветительной сети, пускорегулирующей аппаратуре и электродвигателях;
 - разделки, сращивания, изоляции и пайки проводов напряжением до 1000 В;
 - зарядки и установки несложной осветительной арматуры (нормальной и пылезащищенной, с лампами накаливания), выключателей, штепсельных розеток, стенных патронов и промышленных прожекторов;
 - проверки сопротивления изоляции распределительных сетей и обмоток статоров и роторов электродвигателей мегаомметром;
- технологией выполнения несложных работ на трансформаторных подстанциях с полным их отключением от напряжения под руководством электромонтера высокой квалификации (с более высокой группой допуска).

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Цель лабораторного практикума заключается в закреплении полученных теоретических знаний в области монтажа и эксплуатации электрооборудования, средств автоматизации; ознакомлении учащихся с организацией рабочего места и перечнем основного инструмента для выполнения электромонтажных работ; приобретении умений монтажа кабельного канала и подготовке кабеленесущей системы к установке; выполнении монтажа электрического щита; изучении основных видов светильников и правил их выбора; ознакомлении с видами защитного заземления и выбором кабельной продукции для их подключения; изучении электроизмерительных приборов для проверки безопасности электроустановок (ознакомиться с программируемым логическим реле, разобраться со структурой системы «Умный дом» на базе коммуникационной шины KNX).

Перед началом работ необходимо самостоятельно изучить соответствующий раздел лабораторного практикума, материалы лекций и другую литературу, четко представить цель и объем работы, знать схему лабораторной установки, перечень материалов и инструмента для выполнения монтажных работ, а также подготовить рабочее место для выполнения задания. Лабораторный практикум разработан по стандартам WorldSkills Russia по компетенции «Электромонтаж».

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

1. Общие требования

1.1. К выполнению работ под руководством преподавателя допускаются учащиеся:

- прошедшие инструктаж по охране труда (под роспись);
- имеющие необходимые навыки по эксплуатации инструмента, приспособлений и работе на оборудовании;
- не имеющие противопоказаний к выполнению конкурсных заданий по состоянию здоровья.

1.2. Во время нахождения в лаборатории для выполнения заданий учащиеся обязаны соблюдать:

- расписание и график учебных и практических занятий;
- инструкцию по охране труда;
- границы рабочей зоны (не заходить за ограждения границы рабочей зоны и в технические помещения);
- правила пользования индивидуальными и коллективными средствами защиты;
- правила и инструкции безопасности при работе с инструментом и приспособлениями и правила безопасной эксплуатации оборудования, разрешенного к использованию при выполнении заданий;
- установленные режимы труда и отдыха;
- правила пожарной безопасности;
- прием пищи в строго отведенных местах;
- личную гигиену.

1.3. Учащиеся для выполнения заданий используют оборудование и материалы, за исключением запрещенных. Примерный перечень необходимых инструментов и приспособлений перечислен в описании лабораторной (самостоятельной) работы.

1.4. При выполнении заданий на обучающихся могут воздействовать следующие вредные и (или) опасные факторы:

Физические:

- повышенное напряжение в электрической цепи, которое может вызвать протекание опасного тока через тело человека;
- повышенная температура поверхностей оборудования;
- острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности конструкций и оборудования;

- отлетающие частицы обрабатываемых материалов, части оборудования, инструментов;
- движущиеся и вращающиеся части инструмента и приспособлений.

Психологические:

- напряженность трудового процесса;
- стесненные условия рабочего места.

1.5. Средства индивидуальной защиты, используемые во время выполнения конкурсного задания:

- комбинезон, костюм или халат хлопчатобумажный;
- закрытая обувь;
- защитные перчатки;
- диэлектрический коврик;
- указатель напряжения;
- инструмент ручной, изолирующий;
- защитные очки (средства защиты лица и глаз).

1.6. При проверке выполненной работы возможен нагрев токоведущих частей при перегрузке, неудовлетворительном электрическом контакте, а также возникновение электрической дуги при коротком замыкании.

1.7. Учащиеся обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения. Лаборатории для проведения занятий снабжаются порошковыми огнетушителями.

1.8. При обнаружении обучающимся неисправности оборудования или инструмента, способной нанести травму либо ущерб, следует прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.

1.9. В случаях получения травмы, несчастного случая или болезни, произошедших с учащимся, об этом немедленно уведомляется преподаватель, который обязан:

- оперативно организовать оказание первой медицинской помощи пострадавшему;
- оповестить представителя института, ответственного за медицинское сопровождение, специалиста по охране труда;
- организовать при необходимости доставку пострадавшего в медицинскую организацию;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц;

– принять решение о назначении дополнительного времени для выполнения работ.

1.10. Ответственность за несчастные случаи, происшедшие в лаборатории для проведения занятий, несут лица, как непосредственно нарушившие правила безопасной работы, так и административно-технический персонал, не обеспечивший:

- выполнение организационно-технических мероприятий, предотвращающих возможность возникновения несчастных случаев;
- соответствие рабочего места требованиям охраны труда;
- обучение безопасным методам работы.

1.11. Учащиеся, допустившие нарушение норм и правил охраны труда, привлекаются к ответственности в соответствии с требованиями техники безопасности и охраны труда.

2. Требования охраны труда перед началом работы

Перед началом работы учащиеся должны выполнить следующее:

2.1. Ознакомиться с инструкцией по охране труда, планами эвакуации при возникновении пожара и расположением огнетушителей, местами расположения санитарно-бытовых помещений, медицинского кабинета и аптечки первой помощи.

2.2. Изучить содержание и порядок заданий, безопасные приемы их выполнения.

2.3. Подготовить рабочее место: разложить на свои места необходимые для работы материалы, приспособления. Проверить соответствие оборудования и материалов описанию лабораторной (самостоятельной работы). Пригодность оборудования проверяется визуальным осмотром. Разрешается освободить от бумажной и картонной упаковки оборудование для проведения проверки. О замеченных недостатках и неисправностях следует сообщить преподавателю.

2.4. Перед началом выполнения лабораторной (самостоятельной) работы необходимо надеть рабочую специальную одежду и обувь, подготовить перчатки и защитные очки, согласно требованиям выполнения лабораторной (самостоятельной) работы.

2.5. До выполнения заданий в процессе подготовки рабочего места следует:

- осмотреть рабочее место, средства индивидуальной защиты;
- проверить исправность инструмента и приспособлений.

2.6. Студентам запрещается приступать к выполнению заданий при обнаружении неисправности инструмента или оборудования,

применение которых может повлечь за собой получение травмы, либо создание аварийной ситуации.

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. Соблюдать требования безопасности при использовании инструмента и оборудования.

3.2. Собирать электрические схемы, производить в них переключения необходимо при отсутствии напряжения.

3.3. Проверка работы электрических схем и электрического оборудования, находящегося под напряжением, производится только преподавателем.

3.4. Запрещается использовать при сборке схемы соединительные провода с поврежденными кончиками или нарушенной изоляцией.

3.5. Подавать напряжение на собранную схему на стенде, стене бокса, отведенного для выполнения заданий, разрешается только в присутствии и после проверки преподавателем.

3.6. При работе необходимо следить, чтобы открытые части тела, одежда и волосы не касались вращающихся частей оборудования и инструмента.

3.7. Подача напряжения на смонтированную схему разрешается:

– при закрытых дверцах и панелях шкафов, крышках кабель-каналов, распределительных коробок, кнопочных постов и т.п.;

– отсутствии открытых проводников с одинарной изоляцией протяженностью более 20 мм, а также с поврежденной изоляцией, либо оголенной жилой (видно металл жилы);

– уверенности, что обеспечено заземление открытых проводящих частей и предназначенных для заземления точек оборудования; исключения возможности зажатия токоведущего проводника между корпусом и дверцей шкафа.

Перед подачей напряжения и вводом электротехнического оборудования в эксплуатацию должны быть произведены необходимые измерения, отвечающие требованиям нормативно-технических документов (НТД).

3.8. Для проверки наличия напряжения на схеме нужно пользоваться указателем напряжения или измерительным прибором.

Располагать измерительные приборы и аппаратуру необходимо с учетом удобного наблюдения и управления, исключая возможность соприкосновения работающих с токоведущими частями.

3.9. Запрещается оставлять без надзора не выключенные электрические схемы и устройства.

3.10. При выполнении заданий обучающиеся должны применять средства индивидуальной защиты согласно требованиям ОТиТБ.

3.11. Запрещается держать во рту крепежные элементы, биты и т.п.

3.12. При выполнении лабораторного задания обучающиеся не должны создавать помехи в работе другим обучающимся и преподавателю.

3.13. Запрещается размещать инструмент снаружи и внутри шкафов и в других элементах конструкций, а также на стремянке.

3.14. Запрещается сдувать и смахивать рукой стружку и другой мусор. Для уборки использовать щетку, пылесос с применением средств защиты (защитные очки и перчатки).

3.15. Запрещается пользоваться любой документацией, кроме той, которая предусмотрена лабораторным (самостоятельным) заданием. В случае необходимости ведения записей, учащийся может получить требуемое количество чистых листов.

3.16. Запрещается:

- вставать на верхнюю ступень стремянки одновременно двумя ногами при отсутствии перил или специальных упоров;

- работать с двух верхних ступенек стремянок, не имеющих перил или упоров;

- находиться над выступающими, лежащими предметами как на стене, так и на полу (элементы конструкций, оборудование, инструменты, приспособления), чтобы исключить получение травм в случае падения на них.

3.17. При выполнении работы на небольшой высоте допускается размещение инструмента на полу в пределах доступности учащихся.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, находящихся под напряжением (повышенном их нагреве, появления искрения, запаха гари, задымления и т.д.), учащийся должен немедленно отключить источник электропитания и сообщить о случившемся преподавателю.

4.2. При возгорании электроустановки необходимо отключить электрооборудование от источника питания, сообщить об этом преподавателю, принять меры к локализации возгорания. Для тушения

электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В, следует применять порошковые или углекислотные огнетушители.

При возникновении возгорания, задымления или пожара следует немедленно сообщить преподавателю. При тушении возгорания, пожара применять имеющиеся первичные средства пожаротушения. При возгорании одежды надо попытаться сбросить ее. Если это сделать не удастся, то следует:

- упасть на пол, перекатываясь, чтобы сбить пламя;
- накрыть горящую одежду куском плотной ткани;
- облиться водой.

Основная опасность при пожаре для человека – дым. При сильном задымлении надо постараться задержать дыхание или вдыхать через материал одежды и покинуть задымленное помещение. Низко пригнувшись, следует выходить в сторону эвакуационного выхода.

4.3. При несчастном случае или внезапном заболевании необходимо в первую очередь отключить питание электроустановки, если электроустановка находилась под напряжением, сообщить о случившемся преподавателю, который должен принять мероприятия по оказанию первой помощи пострадавшим, вызвать скорую медицинскую помощь, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

4.4. При обнаружении взрывоопасного или подозрительного предмета не подходить близко к нему, предупредить о возможной опасности находящихся поблизости ответственных лиц, преподавателя и руководителя подразделения.

При возникновении чрезвычайных ситуаций необходимо спокойно действовать по указанию должностных лиц, при передвижении соблюдать осторожность, не трогать поврежденные конструкции, оголившиеся электрические провода. В разрушенном или поврежденном помещении не следует пользоваться открытым огнем (спичками, зажигалками и т.п.).

5. Требования охраны труда по окончании работ

После окончания работ каждый учащийся обязан:

5.1. Отключить электрические приборы, устройства и инструмент от источника питания.

5.2. Привести в порядок рабочее место. Уборку выполнять с применением специальных средств и средств индивидуальной защиты (защитные очки и перчатки).

5.3. Убрать инструмент в специально предназначенное для хранения место.

5.4. Сообщить преподавателю о выявленных во время выполнения заданий неполадках и неисправностях оборудования и инструмента, других факторах, влияющих на безопасность выполнения задания.

5.5. Снять спецодежду и тщательно вымыть руки с мылом.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Подготовка рабочего места и техника безопасности при выполнении работы

Любой работе предшествует подготовка – организация рабочего места, изучение схем и проверка всех расходных материалов. Чем лучше выполнена подготовка, тем удобнее и безопаснее будет работать в дальнейшем.

Цель работы. Изучить организацию рабочего места, перечень основных инструментов для выполнения электромонтажных работ.

Содержание и последовательность работы:

1. Изучить процесс организации рабочего места.
2. Ознакомиться с перечнем основных материалов и оборудования, необходимых для выполнения электромонтажных работ.
3. Ознакомиться с техникой безопасности и средствами индивидуальной защиты.

Основные термины и определения

Верстак – рабочий стол для обработки изделий из дерева, металла и других материалов вручную.

Инструментальная тележка – мебель для хранения и транспортировки инструмента в пределах одного помещения.

Монтажный пояс – поясная сумка с множеством карманов, позволяющих разместить в них часто используемый инструмент.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – средства, используемые работником для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов.

Основные теоретические положения

Рабочее место электрика содержит:

- рабочую кабину, в которой будет собрана электроустановка;
- верстак для выполнения слесарных и сборочных работ;
- инструментальную тележку;

- инструменты;
- оборудование и расходные материалы (рис. 1).



Рисунок 1 – Рабочее место для выполнения электромонтажных работ [2]

Операции, которые необходимо выполнить перед началом работ:

1. Ознакомиться с заданием, определить вид собираемой электроустановки.

2. Расположить верстак и инструментальную тележку так, чтобы было удобно ими пользоваться. Длинные расходные материалы, такие как проволочный лоток и кабельный канал, должны свободно располагаться на верстаке.

3. Установить корзину для мусора так, чтобы она не мешала перемещаться по рабочему месту, но в то же время была доступна при работе в рабочей кабине и за верстаком.

4. Разделить все предметы по типам:

- инструмент;
- оборудование;
- расходные материалы;
- вспомогательные средства.

5. Проверить все расходные материалы на целостность и расположить их в порядке использования. Необходимо аналогично поступить и с оборудованием, достав его из упаковки. При необходимости следует прочитать инструкцию и прозвонить все контакты. При выполнении различных видов работ необходимо использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ), представленные в таблице.

Монтажный пояс. Инструменты, которые будут использованы в большинстве операций: рулетка, карандаш, набор отверток, шуруповерт и набор бит, бокорезы, стриппер, клещи обжимные (рис. 2).



Рисунок 2 – Монтажный пояс с ручным инструментом

Верстак и инструментальная тележка. Крупный инструмент: стуло поворотное, маркировочное устройство (рис. 3).

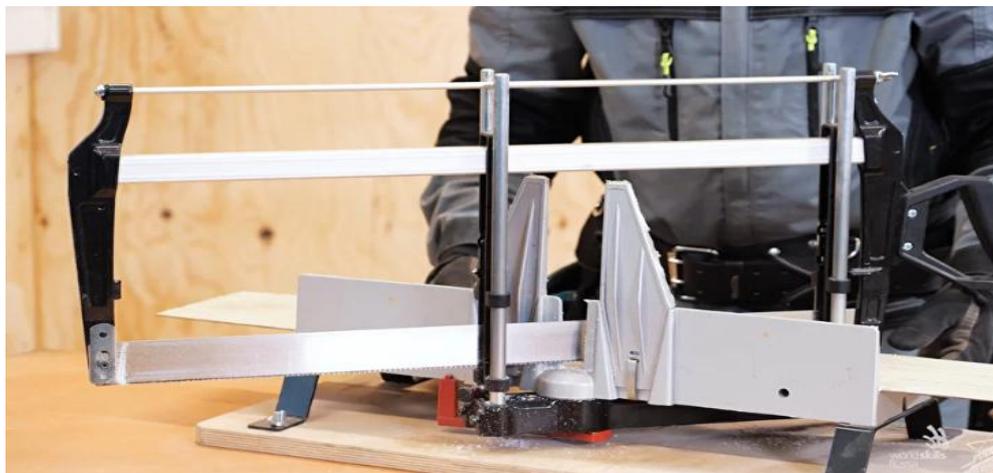


Рисунок 3 – Стуло поворотное [2]

Ящики инструментальной тележки. Дополнительный инструмент: второй шуруповерт, набор отверток, ключи рожковые и накидные, торцевые головки (рис. 4).



Рисунок 4 – Инструментальная тележка

Применение СИЗ при выполнении различных видов работ [2]

Показатель	Специализация	СИЗ
Слесарные работы	Пиление, обработка поверхностей, термообработка, кернение, нарезка лотков	Спецодежда, очки и перчатки
	Сверление	Спецодежда и очки
Электромонтажные работы	Разделка кабелей и проводов, отрезка жил проводников кабелей	Спецодежда, очки и перчатки
	Установка элементов оборудования	Спецодежда и очки. Использование перчаток на усмотрение специалиста
Содержание рабочего места	Очистка поверхностей оборудования от мусора снаружи и внутри	Спецодежда, очки и перчатки
Коммутация оборудования	Подключение проводников, обжимка проводников наконечниками, расключение оборудования	Спецодежда и очки
Настройка оборудования	Программирование и ввод параметров, тестирование	Очки и диэлектрический коврик
Проверка оборудования	Измерение электрических параметров схемы	Спецодежда, очки, перчатки и диэлектрический коврик
Ввод в эксплуатацию ЭУ	Подача напряжения на ЭУ	Спецодежда, очки, перчатки и диэлектрический коврик

Контрольные вопросы

1. Верстак. Определение и предназначение.
2. Предназначение инструментальной тележки.
3. Предназначение монтажного пояса.
4. Перечислите материалы и оборудование на рабочем месте электрика.
5. Определение средств индивидуальной защиты (СИЗ).
6. Операции, которые необходимо выполнить перед началом работы.
7. Определение расходных материалов и их предназначение.
8. Какие виды работ выполняет электромонтер?
9. Что подразумевается под слесарными и электромонтажными работами?
10. Техника безопасности при выполнении электромонтажных работ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Подготовка к монтажу кабельного канала

Монтаж кабельных каналов, в которые прячется вся электропроводка, встраиваются розетки и выключатели, проводится в тех случаях, когда нельзя скрыть электропроводку в стене и оставлять провода без защиты.

Цель работы. Изучить методику монтажа кабельного канала и подготовить кабеленесущую систему к установке.

Содержание и последовательность работы:

1. Изучить перечень инструментов, необходимых для монтажа кабельного канала.
2. Ознакомиться с проведением разметки и реза кабельного канала.
3. Научиться производить подготовку кабеленесущей системы к установке.

Основные понятия и определения

Кабельный канал – короб для защиты и маскировки проводки различного типа.

Слесарный угольник – чертежный инструмент для построения углов.

Плоский напильник – инструмент, используемый для обработки вручную металлов, дерева, пластмасс и других твердых материалов. Плоский напильник используется для шлифовки ровных поверхностей.

Стусло поворотное – столярный инструмент для распиловки прямых заготовок под углами от 15 до 135°.

Основные теоретические положения

Кабельные каналы (КК) предназначены для прокладки информационных, силовых и слаботочных электрических коммуникаций открытого типа (рис. 1).

Парапетный кабельный канал позволяет организовать питание всех потребителей. В нем можно проложить локальную вычислительную сеть, разместить различные розетки и выключатели. Позволяет переносить все установленные розетки, выключатели и информационные точки подключения ЛВС на новое место (рис. 1).

*Размеры: 100×60 мм; 150×60 мм.

Магистральный кабельный канал позволяет проложить кабельные линии различного назначения: силовые, управляющие, слаботочные.

Отличительные особенности: простота монтажа, минимальное количество углов, большое количество аксессуаров, низкая стоимость.

*Размеры: от 10 до 100 мм в любом сочетании.

*Часто используемые: 16 × 25 мм; 40 × 60 мм; 100 × 60 мм.

*Аксессуары: внешние и внутренние углы, торцевые элементы.

	
Парапетный кабельный канал	Магистральный кабельный канал
	
Перфорированный кабельный канал	Напольный кабельный канал
	
Плинтусный кабельный канал	

Рисунок 1 – Типы кабельных каналов

Перфорированный кабельный канал – предназначен для организации кабельной разводки в электрических распределительных шкафах и придания эстетического вида.

*Часто используемые размеры: 25 × 25 мм; 40 × 60 мм; 60 × 80 мм.

Напольный кабельный канал используется в местах с высокой проходимостью для защиты кабеля от повреждений.

*Часто используемые размеры: 25 × 25 мм; 40 × 60 мм; 60 × 80 мм.

Плинтусный кабельный канал используется там, где уже сделан декор. Бывает разных цветов.

Подготовка к монтажу кабельного канала

Требования техники безопасности при выполнении работ. Во избежание травм рук и глаз следует надевать перчатки и защитные очки (рис. 2).

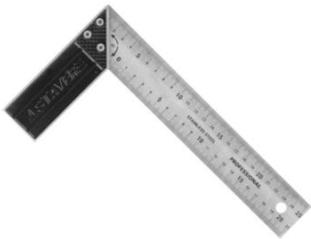
	
Магистральный КК	Рулетка
	
Слесарный угольник	Карандаш
	
Стуло поворотное	Плоский напильник

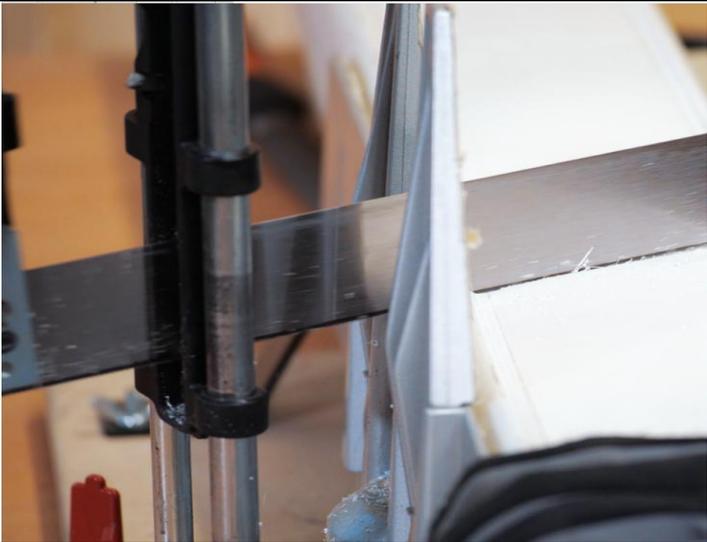
Рисунок 2 – Инструмент для выполнения работы

Процесс подготовки кабельного канала к монтажу

Процесс подготовки кабельного канала к монтажу состоит из восьми основных этапов, представленных в таблице.

Этапы подготовки кабельного канала к монтажу [2]

Этап работы	Графическое изображение
1 Выполняем разметку для КК на стене	2 
Производим разметку КК в тех местах, где будет происходить рез	
Выставляем нужный угол на стусло	

1	2
<p>Заводим КК в стусло и производим его рез</p>	
<p>Аналогичным образом размечаем и нарезаем все части КК</p>	—
<p>Обрабатываем торцевые части КК с помощью напильника</p>	
<p>Снимаем защитную пленку</p>	—
<p>Подготовка кабельного канала к монтажу окончена. Рез канала выполнен под углами. Убраны заусенцы и острые края</p>	

Контрольные вопросы

1. Что такое кабельный канал (КК) и для чего он необходим?
2. Какой инструмент, оборудование и материалы необходимы для монтажа КК?
3. Типы и размеры КК.
4. Этапы подготовки КК к монтажу.
5. Техника безопасности при выполнении работ.
6. Предназначение стусла.
7. Как правильно сделать рез КК?
8. Для чего нужна разметка при монтаже КК?
9. Из каких материалов изготавливают КК?
10. Применение КК по типам.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Монтаж кабельного канала

Чтобы кабельный канал смотрелся аккуратно, нужно не только правильно его выбрать и подготовить, но и смонтировать, а также при необходимости встроить розетки и выключатели.

Цель работы. Выполнить монтаж кабельного канала (КК) горизонтально и вертикально; сделать повороты кабеленесущей системы под разными углами и произвести сопряжение плоскостей кабельных каналов; научиться устанавливать розетки и выключатели на суппорт и рамку универсальную.

Содержание и последовательность работы:

1. Изучить перечень инструментов для подготовки к монтажу кабельного канала.
2. Выполнить монтаж кабельного канала.

Основные понятия и определения

Заглушка – элемент кабельного канала, закрывающий его торцевые части.

Кабельный канал – короб для защиты и маскировки проводки различного типа.

Стусло поворотное – столярный инструмент для распиловки прямых заготовок под углами от 15 до 135°.

Суппорт – составная часть розетки или выключателя, с помощью которой они монтируются на поверхность.

Плоский напильник – инструмент, который используется для обработки вручную металлов, дерева, пластмасс и других твердых материалов. Плоский напильник используется для шлифовки ровных поверхностей.

Основные теоретические положения

Кабельные каналы предназначены для прокладки всех видов силовых и слаботочных коммуникаций, включая оптический кабель и информационную проводку высоких категорий.

Вспомогательный инструмент для монтажа кабельного канала: суппорт, заглушка, метизы, используемые для монтажа кабельного канала, саморез универсальный, саморез по дереву, саморез с пресс-шайбой, дюбель-гвоздь, дюбель для пустотелых конструкций.

Выполнение монтажа кабельного канала

Техника безопасности при выполнении работ. При выполнении монтажа КК необходимо соблюдать правила охраны труда. Чтобы не было травм рук при работе с метизами и острыми краями КК, а в глаза не попала стружка, следует использовать перчатки и очки (рис.).

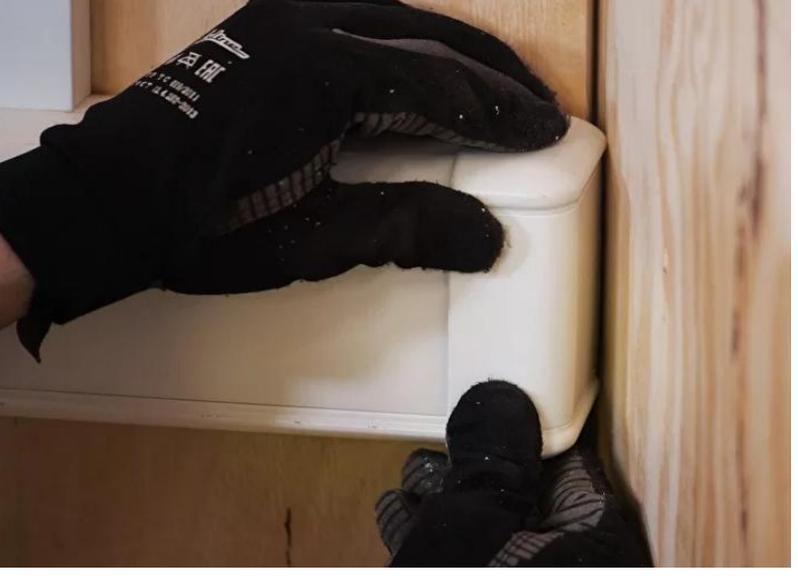
	
Кабельный канал	Рулетка
	
Карандаш	Шурупверт
	
Уровень	Стусло поворотное
	
Плоский напильник	Суппорт с рамкой

Инструмент для выполнения работы

Монтаж кабельного канала

Процесс монтажа кабельного канала включает этапы, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы монтажа кабельного канала [2]

Этап работы	Графическое изображение
<p>Перед монтажом КК снимаем с него крышку</p>	<p>—</p>
<p>Монтируем КК на стену (используем уровень, чтобы КК был установлен ровно; при монтаже двух оснований КК рядом следим за тем, чтобы стыки были ровными и не оставались зазоры)</p>	
<p>Подрезаем крышки КК и обрабатываем их края с помощью напильника</p>	
<p>Плотно фиксируем крышки к основаниям КК и устанавливаем заглушки</p>	

Монтаж кабельного канала выполнен. Он надежно закреплен в соответствии с монтажной схемой. Отсутствуют зазоры и щели, что обеспечивает безопасность при его эксплуатации.

Установка элементов в кабельный канал

Процесс установки элементов КК включает этапы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы установки элементов кабельного канала [2]

Этап работы	Графическое изображение
1 Снимаем крышку с КК и рамку с суппорта	2 
Устанавливаем суппорт на нужное место в основании КК	

1	2
Протягиваем кабели к месту расположения выключателя/розетки и проводим их через суппорт	—
Подключаем кабели к выключателю/розетке	—
Устанавливаем выключатель/розетку в суппорт до характерного щелчка	
Примеряем крышку КК и при необходимости подпиливаем ее, обработав после пиления края	—
Устанавливаем части крышки в основание КК	—
Устанавливаем рамку суппорта	

Контрольные вопросы

1. Какой инструмент, оборудование и материалы необходимы для монтажа КК?
2. Вспомогательный инструмент для монтажа КК.
3. Метизы, используемые для монтажа КК.
4. Техника безопасности при выполнении работ.
5. Предназначение суппорта с рамкой.
6. Этапы монтажа КК.
7. Для чего необходимо использовать уровень?
8. Возможно ли присутствие щелей и зазоров в КК после монтажа? Если нет, то почему?
9. Какие элементы устанавливаются в КК?
10. Этапы установки элементов в КК.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Монтаж лотка

Проволочные лотки появились в качестве альтернативы листовым лоткам. Они обладают меньшим весом, проще в монтаже, обеспечивают лучшую вентиляцию кабельной трассы. Проволочные лотки не так хорошо защищают провода, как кабельные каналы, но способны вмещать большое их количество. Работать с ними быстро и легко.

Цель работы. Научиться выполнять разметку и рез лотка, а также освоить технологию монтажа кабеленесущей системы.

Содержание и последовательность работы:

1. Изучить перечень необходимых инструментов.
2. Выполнить монтаж лотка.

Основные понятия и определения

Болторез – инструмент для резки (перекусывания) пруткового металла.

Проволочный лоток – сварная конструкция в виде металлической сетки. Является универсальным средством для прокладки кабельных линий внутри помещений, отличается небольшим весом и высокими прочностными характеристиками.

Основные теоретические положения

Проволочные лотки предназначены для прокладки силовых и информационных кабелей внутри зданий и сооружений. Чаще всего используются под фальшпотолками. При помощи проволочного лотка можно проложить кабель с использованием минимального количества аксессуаров. При этом уменьшается вероятность перегрева проложенной кабельной трассы за счет отличной вентиляции.

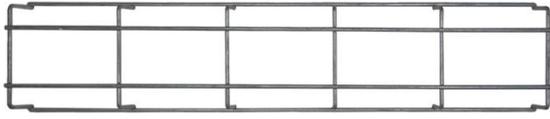
Популярные размеры лотков

*Ширина кратна 100 мм.

*Высота – 35, 50, 60, 85, 100 мм.

Выполнение монтажа лотка

Техника безопасности при выполнении работ. При выполнении монтажа лотка необходимо соблюдать правила охраны труда. Чтобы не было травм рук при резке и установке лотка, а в глаза не попали металлические части, следует использовать перчатки и очки (рис.).

	
Проволочный лоток	Уровень
	
Рулетка	Карандаш
	
Болторез	Плоский напильник
	
Соединительные комплекты для крепления лотка	Кронштейны для крепления лотка
	
Шуруповерт	Переходник под гайку для шуруповерта

Инструмент для выполнения работы

Процесс монтажа лотка

Процесс монтажа лотка включает этапы, представленные в таблице.

Этапы монтажа лотка [2]

Этап работы	Графическое изображение
1 Выполняем разметку под лоток на стене (во время выполнения разметки сверяйтесь с монтажной схемой и используйте уровень)	2 
При помощи болтореза откусываем нужную длину лотка и обрабатываем края напильником	

1	2
<p>Сгибаем лоток в соответствии с монтажной схемой</p>	
<p>Крепим кронштейны к лотку с помощью специальных соединительных комплектов</p>	<p>—</p>
<p>Монтируем лоток к стене, проверяя ровность уровнем (лоток должен отступать от стены не менее чем на 25 мм)</p>	

Монтаж лотка выполнен. Он расположен ровно и надежно закреплен в соответствии с монтажной схемой.

Контрольные вопросы

1. Какой инструмент, оборудование и материалы необходимы для монтажа лотка?
2. Проволочный лоток. Предназначение, конструкция, характеристика.
3. Предназначение болтореза.
4. Техника безопасности при выполнении работ.
5. Предназначение кронштейна и соединительного комплекта.
6. Этапы монтажа лотка.
7. Для чего необходимо использовать уровень?
8. На каком расстоянии от стены необходимо монтировать лоток и почему?
9. Как произвести поворот кабеленесущей системы в лотке?
10. В каких помещениях используются лотки?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Монтаж щита

Без электричества не обходится ни одно современное здание. Электрическая энергия должна правильно распределяться и быть безопасной. Именно за это и отвечает электрический щит. Чтобы в процессе эксплуатации щита не возникало проблем, его нужно грамотно смонтировать.

Цель работы. Изучить конструкцию электрического щита, ознакомиться с технологией монтажа на панель. Выполнить монтаж электрического щита

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с устройством и назначением электрических щитов.
2. Ознакомиться с перечнем инструмента для монтажа электрического щита.
3. Выполнить монтаж электрического щита.

Основные понятия и определения

DIN-рейка – металлический профиль, применяемый при выполнении электромонтажных работ.

Сальники – элемент для уплотнения соединений; в электрическом щите используется для ввода кабеля и защищает от проникновения внутрь щита пыли и влаги.

Саморез с пресс-шайбой – крепеж для соединения листовых материалов с другими поверхностями или между собой.

Ступенчатое сверло – насадка к дрелям и станкам; предназначено для выполнения сквозных отверстий. Имеет ступенчатый переход между меньшим и большим диаметрами, благодаря чему можно постепенно увеличивать диаметр отверстия в процессе работы.

Электрический щит – устройство для приема и распределения электроэнергии, которое защищает электропроводку от коротких замыканий и высоких токовых нагрузок.

Слесарный угольник – чертежный инструмент для построения углов.

Основные теоретические положения

Виды щитов

По назначению: вводно-распределительные устройства, учетно-распределительные устройства, управления, освещения, распределительные силовые, главные распределительные, автоматического переключения, автоматического водорезерва.

По типу материала: пластиковые, металлические.

По типу монтажа: с монтажной панелью, под установку модулей на DIN-рейку, комбинированные.

Популярные размеры щитов: кратны 12 (12, 24, 36, 48 мм).

Производственные операции, выполняемые при подготовке щита к монтажу

Сверление. Используется для установки элементов управления и сигнализации, а также для ввода кабеля.

Ввод кабеля и применение изолирующих материалов. Например, сальников.

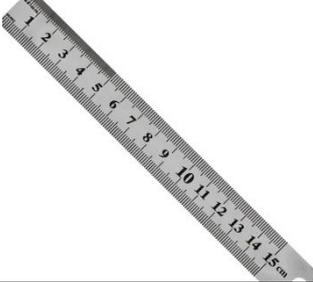
Установка DIN-рейки. Ее можно установить как на монтажную панель, так и в специальное место в щите.

Использование наклеек и плакатов. Они показывают используемый в щите тип оборудования и его назначение, а также предупреждают об опасности эксплуатации оборудования неквалифицированными людьми.

Разметка панелей, на которые будет устанавливаться щит.

Выполнение монтажа щита

Техника безопасности при выполнении работ. При выполнении монтажа щита необходимо использовать перчатки и очки. Причем при сверлении перчатки нужно снять, так как их может намотать на сверло (рис.).

	
<p>Электрический щит</p>	<p>Карандаш</p>
	
<p>Линейка</p>	<p>Слесарный угольник</p>
	
<p>Шуруповерт для сверления со ступенчатым сверлом</p>	<p>Круглый напильник</p>
	
<p>Сальник</p>	<p>Уровень</p>
	
<p>Рулетка</p>	<p>Шуруповерт</p>

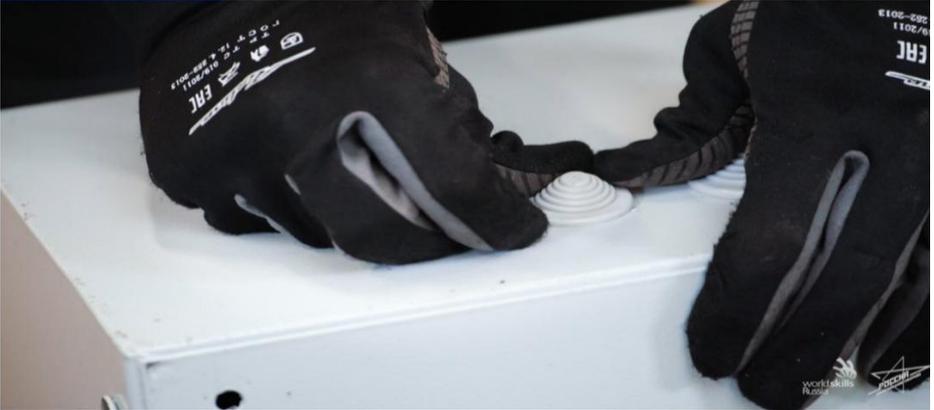
Инструмент для выполнения монтажа электрического щита [2]

Процесс монтажа электрического щита

Процесс монтажа электрического щита включает этапы, представленные в таблице.

Этапы монтажа электрического щита [2]

Этап работы	Графическое изображение
1 Размечаем на основании щита место под сальники, а на дверце – место под элементы индикации	2 
Сверлим отверстия под элементы индикации, используя шуруповерт со ступенчатым сверлом. После окончания сверления примеряем сигнальную лампу	
Производим обработку отверстий с помощью напильника	

1	2
<p>В основании щита сверлим отверстия под сальники и производим их обработку. Это можно сделать как с помощью напильника, так и с помощью ступенчатого сверла</p>	<p>—</p>
<p>Устанавливаем сальники в заготовленные отверстия</p>	
<p>Открываем щит и демонтируем монтажную панель</p>	
<p>Размечаем место установки щита</p>	

1	2
<p>Крепим щит с помощью шуруповерта и саморезов с пресс-шайбой. При установке щита выравниваем его по уровню и боковой риске</p>	

Контрольные вопросы

1. Электрический щит. Устройство, предназначение.
2. Перечень инструмента, необходимого для монтажа электрического щита.
3. Характеристика и классификация щитов.
4. Техника безопасности при выполнении работ.
5. Перечень производственных операций при подготовке щита к монтажу.
6. Этапы монтажа лотка.
7. Предназначение ступенчатого сверла.
8. Предназначение сальника.
9. Элементы индикации. Установка, предназначение.
10. Предназначение DIN-рейки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Монтаж приборов освещения

Практически всю информацию из внешнего мира человек получает с помощью зрения. Восприятие света является важнейшим элементом нашей способности действовать, поскольку позволяет оценивать местонахождение, форму и цвет окружающих нас предметов. Поэтому так важно правильно выбирать источники освещения и монтировать их.

Цель работы. Изучить основные виды светильников, правила их выбора, технологию монтажа и подключения приборов освещения.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с видами освещения и устройством приборов освещения.
2. Ознакомиться с перечнем инструментов для монтажа приборов освещения.
3. Выполнить монтаж приборов освещения.

Основные понятия и определения

Кабельные стяжки – крепежное изделие для маркировки и крепления кабелей во время выполнения электротехнических работ.

Обжимное устройство – ручной монтажный опрессовочный инструмент для соединения проводов между собой или установки на них наконечников.

Сальники – элемент для уплотнения соединений. В электрическом щите используется для ввода кабеля и защищает от проникновения внутрь щита пыли и влаги.

Светорассеиватель – элемент светильника, который закрывает лампу, обеспечивая равномерное распределение света, защищает сам светильник от загрязнений.

Стриппер – инструмент для снятия изоляции с концов проводов или разделки кабеля при электромонтажных работах.

Круглый напильник – инструмент используется для обработки вручную металлов, дерева, пластмасс и других твердых материалов.

Круглый напильник используется для шлифовки закругленных поверхностей.

Основные теоретические положения

Виды освещения

Естественное. Освещение помещений солнечным светом – прямым или отраженным.

Искусственное. Используется в том случае, если в помещении недостаточно естественного освещения. Подразделяется на рабочее, аварийное, охранное, дежурное, общее, местное и комбинированное.

Совмещенное. Недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Таблица 1 – Источники света, наиболее часто применяемые для искусственного освещения

Показатель	Достоинства	Недостатки
<p>Лампа накаливания</p> 	<p>Испускает все длины волн во всех проекциях; не когерентна; за счет инерции не моргает; безопасна для глаз</p>	<p>За счет низкого КПД высокое энергопотребление. Малый срок службы</p>
<p>Люминесцентная лампа</p> 	<p>Высокий КПД; мягкий рассеянный свет</p>	<p>Неэкологичные и хрупкие; нуждаются в обязательной утилизации</p>
<p>Светодиодная лампа</p> 	<p>Низкое энергопотребление</p>	<p>Излучение когерентно и вредно для глаз, без рассеивателя использование запрещено</p>

Лампа накаливания. Используется эффект нагревания проводника при протекании через него электрического тока (табл. 1).

Люминесцентная лампа. При работе люминесцентной лампы между двумя электродами, находящимися в противоположных концах лампы, горит дуговой разряд. Изнутри лампа покрыта люмино-

фором и заполнена инертным газом и парами ртути. Проходящий электрический ток приводит к появлению УФ-излучения. Это излучение невидимо для человеческого глаза и преобразуется в видимый свет с помощью явления люминесценции.

Светодиодная лампа. В основе работы LED лежит P–N переход, или так называемый электронно-дырочный переход. Когда через полупроводники проходит электрический ток, отрицательный заряд электронов соединяется с ионами положительно заряженных дырок. В этот момент выделяется энергия, и мы наблюдаем излучение света (табл. 1).

Условия проектирования эксплуатации осветительных установок:

- воздействие света на человека;
- уровень освещенности;
- экономические требования и эффективность;
- вид освещения (общее, рабочее, аварийное, эвакуационное или дежурное);
- соответствие действующим нормам и правилам.

Выполнение монтажа приборов освещения

Техника безопасности при выполнении работ. При выполнении монтажа осветительных приборов необходимо соблюдать правила охраны труда. Чтобы не было травм рук и глаз при работе с метизами и элементами светильников, используются перчатки и очки (рис. 1).

	
<p>Светодиодный светильник</p>	<p>Люминесцентный светильник</p>
	
<p>Шурупверт</p>	<p>Набор бит</p>

Рисунок 1 – Инструменты для выполнения работы

	
Плоский напильник	Кабель
	
Стриппер для снятия изоляции	Обжимное устройство
	
Набор наконечников	Набор отверток
	
Карандаш	Уровень
	
Рулетка	Бокорезы

Рисунок 1 – Окончание

Монтаж светодиодного светильника

Процесс монтажа светодиодного светильника включает этапы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы монтажа светодиодного светильника

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Снимаем крышки с кабельных каналов	–

1	2
<p>Сверлим КК для прокладки кабеля и обрабатываем получившееся отверстие напильником</p>	
<p>Делаем отверстие в сальниках щита и кабельном канале под ним</p>	
<p>Протягиваем кабель по КК и лотку до места установки светильника</p>	
<p>Стриппером снимаем оболочку с кабеля и фазную изоляцию с проводов</p>	

1	2
<p>Обжимаем провода с помощью специальных наконечников</p>	
<p>Подключаем провода к светильнику: коричневый проводник – к фазному (N), голубой проводник – к нейтральному (L) (если светильник содержит клемму РЕ, то к ней нужно подключить проводник РЕ)</p>	<p>—</p>
<p>Монтируем светильник на стену: сначала кронштейн, затем основную часть с подключенными проводами, потом светорассеиватель и, наконец, декоративную рамку (при работе на высоте лучше использовать стремянку)</p>	

Монтаж люминесцентного светильника

Процесс монтажа люминесцентного светильника включает этапы, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы монтажа люминесцентного светильника [2]

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Делаем разметку	-
Крепим держатели и устанавливаем корпус светильника	
Подключаем провода к люминесцентному светильнику тем же способом, что и в случае со светодиодным светильником	-
Устанавливаем лампу и закрепляем светорассеиватель	

1	2
<p>Производим укладку кабелей, закрепляя их с помощью стяжек, концы которых обрезаем кусачками</p>	

Монтаж светильников выполнен. Они надежно закреплены в соответствии с монтажной схемой. Провод введен в двойной изоляции, что обеспечивает безопасность при его эксплуатации (рис. 2).



Рисунок 2 – Вид правильно смонтированных приборов освещения

Контрольные вопросы

1. Приборы освещения. Устройство и предназначение.
2. Перечень инструмента, необходимого для монтажа приборов освещения.
3. Виды освещения.
4. Техника безопасности при выполнении работ.

5. Назовите наиболее часто используемые источники искусственного света.

6. Что необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации осветительных установок?

7. Этапы монтажа светодиодного светильника.

8. Этапы монтажа люминесцентного светильника.

9. Предназначение стриппера.

10. Предназначение наконечников и обжимного устройства.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Монтаж потребителей электроэнергии

Кто же такие потребители электроэнергии? В общем понимании это все электроприборы, которые работают за счет использования электричества и преобразуют его в другой вид энергии. Например, обычная лампочка является потребителем, так как она преобразует электрическую энергию в энергию света. А вот аккумулятор преобразует электричество в химическую энергию. Для запитывания всех этих потребителей мы используем розетки и вилки.

Цель работы. Изучить основные виды потребителей электрической энергии. Научиться устанавливать бытовые однофазные розетки и трехфазные розетки, используемые в промышленности.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с основными видами потребителей электрической энергии.
2. Ознакомиться с перечнем инструментов для монтажа потребителей.
3. Выполнить монтаж силовой вилки и розетки.
4. Выполнить монтаж бытовой розетки.

Основные понятия и определения

Обжимное устройство – ручной монтажный опрессовочный инструмент для соединения проводов между собой или установки на них наконечников.

Муфта труба-коробка – элемент для ввода гофрированных труб в корпуса оборудования, шкафы, щиты и кабельные каналы.

Стриппер – инструмент для снятия изоляции с концов проводов или разделки кабеля при электромонтажных работах.

Суппорт – составная часть розетки или выключателя, с помощью которой они монтируются на поверхность.

Основные теоретические положения

Виды электрических мощностей

В цепях переменного тока различают активную, реактивную и полную мощность электроприбора.

Активная составляющая потребляемой мощности электрического тока совершает полезную работу и трансформируется в нужные нам виды энергии: тепловую, световую, звуковую и т. п.

Реактивная составляющая электрического тока возникает только в цепях, содержащих реактивные элементы, и расходуется обычно на бесполезный нагрев проводников, из которых составлена эта цепь. Примером таких реактивных нагрузок являются электродвигатели различного типа, переносные электроинструменты, а также различная бытовая техника.

Полная мощность – это сумма активной и реактивной мощностей. Величина, описывающая нагрузки, фактически налагаемые потребителем на элементы проводящей электросети: провода, кабели, распределительные щиты, трансформаторы, линии электропередачи.

Виды розеток в зависимости от количества полюсов. В зависимости от количества полюсов различают одно- и трехфазные розетки (табл. 1).

Таблица 1 – **Виды розеток** [2]

Показатель	Характеристика
Однофазная розетка 	Однофазная розетка в своем составе содержит одну фазу, один ноль и заземляющий контакт, обеспечивающий безопасность эксплуатации электроприборов
Трехфазная розетка 	Трехфазная розетка состоит из трех фаз, нуля и заземляющего контакта

Выполнение монтажа потребителей электроэнергии

Техника безопасности при выполнении работ. Для защиты глаз и рук от повреждений следует использовать очки и перчатки (рис.).

	
Муфта труба-коробка 20 мм	Клипсы на 20 мм
	
Суппорт с рамкой и бытовая розетка	Гофрированная труба, d 20 мм
	
Силовая вилка 5-контактная, 380 В	Силовая розетка 4-контактная
	
Кабели 3-, 4-, 5-жильные	Шуруповерт для сверления со ступенчатым сверлом
	
Шуруповерт	Стриппер для снятия изоляции

Инструмент для выполнения монтажа потребителей электроэнергии

	
Набор наконечников	Обжимное устройство
	
Карандаш	Набор отверток
	
Рулетка	Уровень
	
Бокорезы	

Рисунок – Окончание

Монтаж силовой вилки и розетки

Процесс монтажа силовой вилки и розетки включает этапы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы монтажа силовой вилки и розетки

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Производим разметку для силовой вилки и розетки (для правильного расположения устройства используем уровень)	—

1	2
<p>Сверлим в кабельном канале отверстия под муфты</p>	
<p>Устанавливаем муфты и крепим клипсы</p>	
<p>Устанавливаем силовые разъемы. Ровность установки проверяем при помощи уровня</p>	
<p>Отмеряем и монтируем гофрированную трубу</p>	

1	2
<p>Производим подключение силовой вилки. Для этого демонтируем верхнюю крышку устройства</p>	<p>—</p>
<p>Протягиваем 5-жильный кабель через гофр и зачищаем его</p>	<p>—</p>
<p>Подключаем провода к устройству в соответствии с нормативной документацией и производим его сборку в обратной последовательности</p>	
<p>Сборку силовой розетки производим аналогичным способом, за исключением того, что используем 4-жильный кабель (для подключения силовой розетки мы используем кабель с многожильными проводами, поэтому перед подключением их необходимо обжать)</p>	<p>—</p>

Монтаж бытовой розетки

Процесс монтажа бытовой розетки включает этапы, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы монтажа бытовой розетки [2]

Этап работы	Графическое изображение
Для подключения бытовой розетки монтируем ее в суппорт	—
Зачищаем, обжимаем и подключаем 3-жильный кабель к розетке	
Устанавливаем суппорт с розеткой в кабельный канал и зажимаем рамкой	

Розетки и вилка должны быть установлены в соответствии со схемой и надежно закреплены. Помните, что в подключенной розетке течет электрический ток и вставлять в нее неисправные вилки или вилки с оголенными проводами опасно для жизни!

Контрольные вопросы

1. Основные виды потребителей электрической энергии.
2. Виды электрических мощностей.
3. Устройство однофазной и трехфазной розетки.
4. Сформулируйте правила техники безопасности при выполнении работ.

5. Перечень инструментов и материалов для монтажа потребителей электрической энергии.
6. Этапы монтажа силовой вилки и розетки.
7. Этапы монтажа бытовой розетки.
8. Что необходимо учитывать при использовании многожильного кабеля?
9. Подключение проводов к потребителям.
10. Предназначение гофрированной трубы и муфты труба-коробка.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Коммутация щита

Перед тем как попасть к потребителю, электрический ток подходит к электрическим щитам, где происходит его распределение. Для корректной работы электроустановки необходимо, чтобы все цепи были скоммутированы в соответствии со схемой.

Цель работы. Ознакомиться с основными видами электрических щитов и порядком установки оборудования в них, а также изучить правила выбора кабельной продукции и при их помощи произвести коммутацию щита.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с основными видами электрических щитов.
2. Ознакомиться с перечнем инструментов для аппаратуры электрического щита.
3. Выполнить коммутацию щита.

Основные понятия и определения

DIN-рейка – металлический профиль, применяемый при выполнении электромонтажных работ.

Трехполюсный автомат – устройство для защиты проводки от токов короткого замыкания и перегрузки, которое состоит из трех однополюсных устройств, помещенных в один корпус и имеющих общий рычаг включения.

Однополюсный групповой автомат – устройство для предохранения от перегрузок электрических цепей, которое обеспечивает защиту только одного провода.

Малогабаритные контакторы – устройство для коммутации сетей электричества.

Тепловое реле – аппарат, реагирующий на изменение тепловых величин, защищает электрическое оборудование от токовых перегрузок.

Механическая блокировка – устройство, позволяющее исключить одновременную работу контакторов.

Кросс-модуль – приспособление для разведения входящего проводника на несколько потребителей или участков.

Обжимное устройство – ручной монтажный опрессовочный инструмент для соединения проводов между собой или установки на них наконечников.

Основные теоретические положения

Виды электрических щитов

Главный распределительный щит (ГРЩ). Служит для ввода линий силового питания, распределения электричества по различным объектам, а также учета электроэнергии. В аварийных случаях он защищает от перегрузок и коротких замыканий в электрических сетях.

Вводное распределительное устройство (ВРУ). Служит для приема питания сети от силового кабеля и дальнейшего распределения электроэнергии по линиям питания электрощитов низшего уровня, а также для учета расхода энергии, защиты от замыканий и перегрузок при авариях.

Аварийный ввод резерва (АВР). АВР укомплектован специальными автоматическими устройствами, которые переключают питание в случае аварии с главного источника на резервный источник электричества. После устранения причин аварийного режима АВР снова подключает основной источник питания на линию.

Этажный электрощит. Служит для распределения подачи электричества по квартирам или офисам на одном этаже.

Щит освещения. Осуществляет защиту выходящих линий от замыканий и токовых перегрузок. Его располагают практически во всех зданиях, оснащенных приборами освещения, для переключения осветительного оборудования с помощью автоматики щита.

Коммутация щита

Установка оборудования

1. При монтаже щита сначала готовят к сборке корпус, затем удаляют заглушки стен корпуса. Электрические щиты имеют разное количество участков линий кабелей в зависимости от их конструкции. Поэтому нужно заранее рассчитать расположение и число отвер-

ствий для кабелей и проводов с учетом возможности выполнения дополнительных отверстий.

2. Далее монтируются установочные DIN-рейки, шины заземления, монтажные кронштейны (рис. 1).



Рисунок 1 – Установка DIN-реек в электрическом щите

На верхней DIN-рейке располагают вводной автомат защиты, от которого ток распределяется по всем устройствам щита. Вводной автомат – это обязательное устройство, предназначенное для защиты всей электропроводки от перегрузки и токов короткого замыкания, а также общего отключения электропитания объекта.

На этой же рейке располагают аппараты защиты остальных цепей. Ими могут быть автоматические выключатели, устройства защитного отключения, дифференциальные автоматы.

На средней DIN-рейке располагают все необходимое щитовое оборудование: реле задержки включения и отключения, магнитные пускатели, импульсное реле, модульные контакторы, кросс-модули.

На нижней DIN-рейке располагают клеммники для подключения внешних устройств: выключатели, кнопки, светильники, розетки и т. д.

Правила коммутации:

- наличие маркировки наименования оборудования;
- отсутствие пыли и грязи внутри щита;

- наличие таблицы потребителей и схемы, по которой соби-рался щит;
- наличие маркировки линий в электрощите;
- заземление корпуса щита;
- расположение проводов для удобства дальнейшего обслу-живания и замены электрических аппаратов.

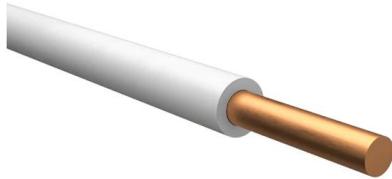
Кабельная продукция для коммутации щитов

Сечение

Управляющие цепи выполняются проводом сечением 1,5 мм².

Силовая часть – проводами не менее 2,5 мм².

Таблица 1 – Виды кабельной продукции [2]

Показатель	Характеристика
Моножильный провод первого класса ПВ1 	Предназначено для стационарной проклад-ки осветительных и силовых цепей, а также для электрических установок и монтажа электрооборудования
Многожильный провод ПВ3 	Используется в устройствах, в которых часто происходят перегибы проводов, по-являются ударные воздействия при про-кладке кабелей, возникают вибрации, шу-мы, перепады давления
Провод синего цвета 	Проводами синего цвета прокладывается рабочий нулевой провод
Провод желто-зеленого цвета 	Проводами желто-зеленого цвета выполняя-ется защитное заземление
Провода черного, красного, бе-лого, коричневого цвета 	Проводами черного, красного, белого, ко-ричневого цвета выполняется коммутация фаз

Выполнение коммутации щита

Техника безопасности при выполнении работ. Для защиты глаз и рук от повреждений следует использовать очки и перчатки (рис. 2).

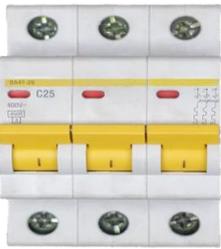
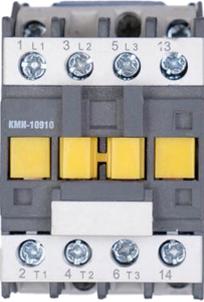
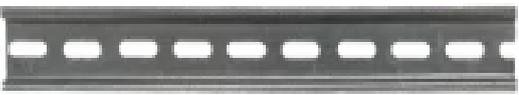
	
<p>Трехполюсный автомат</p>	<p>Однополюсный групповой автомат</p>
	
<p>Малогабаритные контакторы</p>	<p>Тепловое реле</p>
	
<p>Механическая блокировка</p>	<p>Кросс-модуль</p>
	
<p>Набор изолированных (клеммных) зажимов</p>	<p>DIN-рейка</p>
	
<p>Проводники сечением 2,5; 1,5 мм², нейтральный проводник сечением 1,5 мм²</p>	<p>Монтажная схема от щита</p>

Рисунок 2 – Инструменты для выполнения коммутации щита

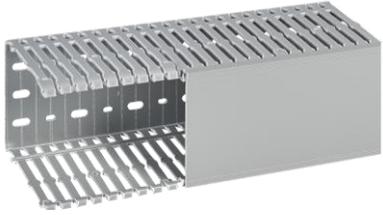
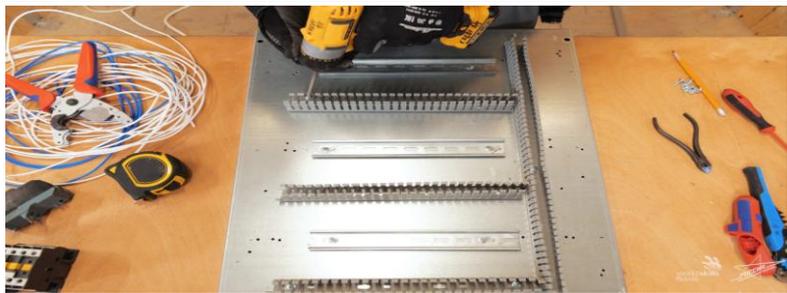
	
<p>Перфорированный КК</p>	<p>Карандаш</p>
	
<p>Рулетка</p>	<p>Шурупверт</p>
	
<p>Обжимное устройство</p>	<p>Набор наконечников</p>
	
<p>Набор отверток</p>	<p>Бокорезы</p>
	
<p>Устройство для резки перфорированного кабельного канала</p>	<p>Устройство для снятия изоляции с проводников</p>

Рисунок 2 – Окончание

Разметка монтажной платы

Этапы выполнения разметки монтажной платы электрического щита представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы выполнения разметки монтажной платы электрического щита [2]

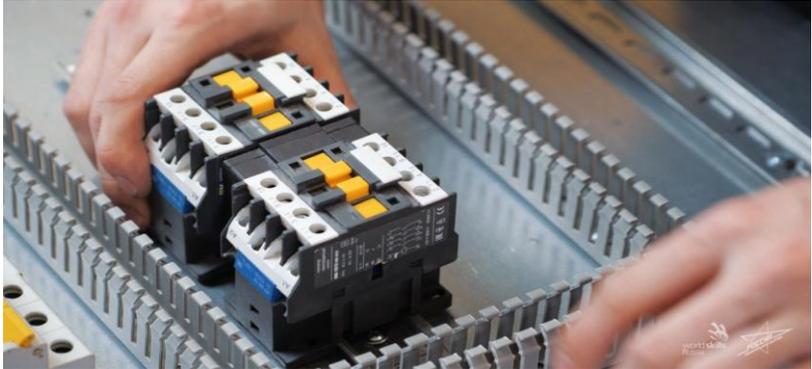
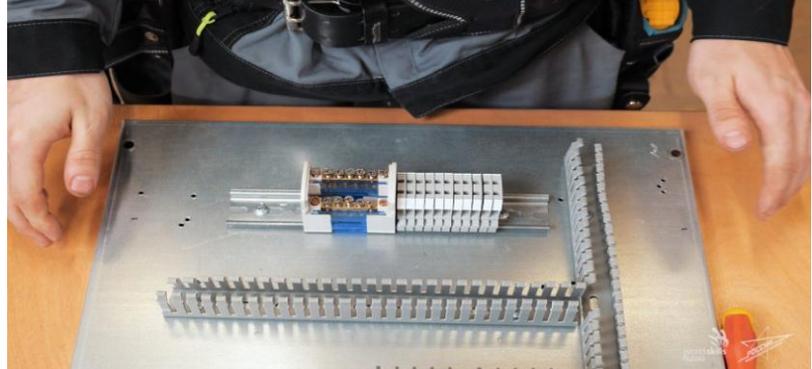
Этап работы	Графическое изображение
Размечаем места установки DIN-реек и перфорированного кабельного канала	—
Устанавливаем DIN-рейки	—
Отмеряем, отрезаем и монтируем перфорированный КК	

Установка оборудования на DIN-рейки

Этапы установки оборудования на DIN-рейки электрического щита представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Установка оборудования на DIN-рейки [2]

Этап работы	Графическое изображение
1	2
На верхней DIN-рейке располагаем автоматы: трехполюсный и однополюсный групповой	

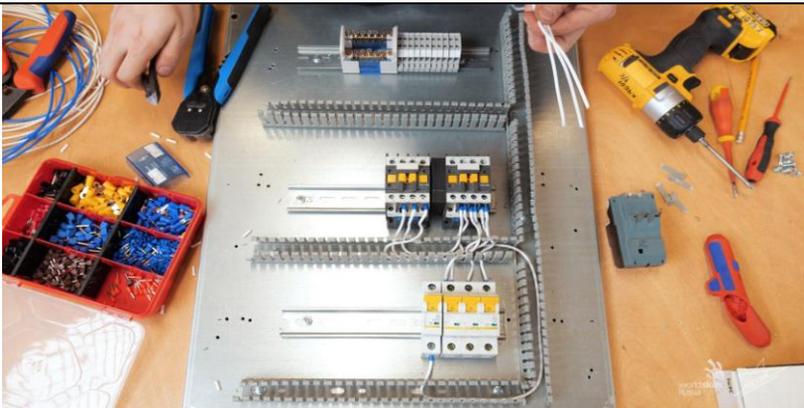
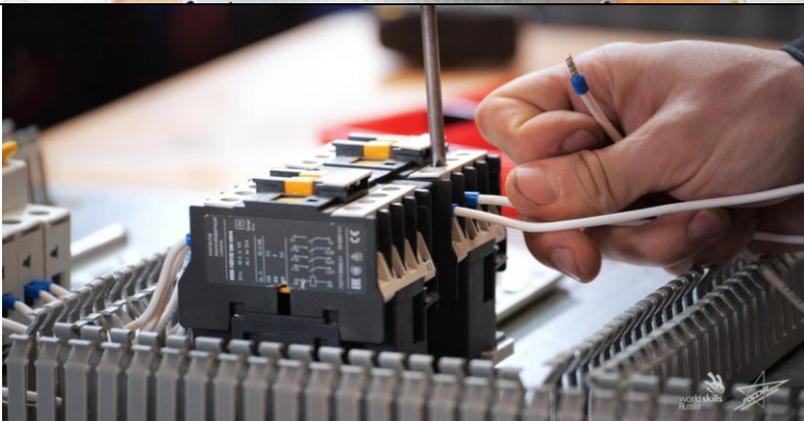
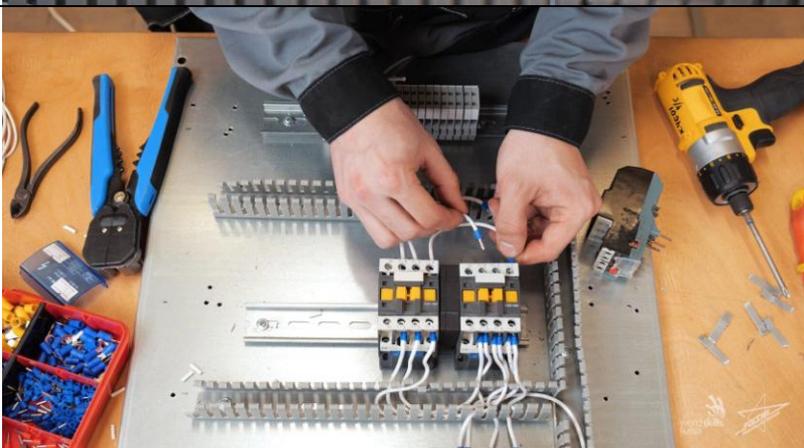
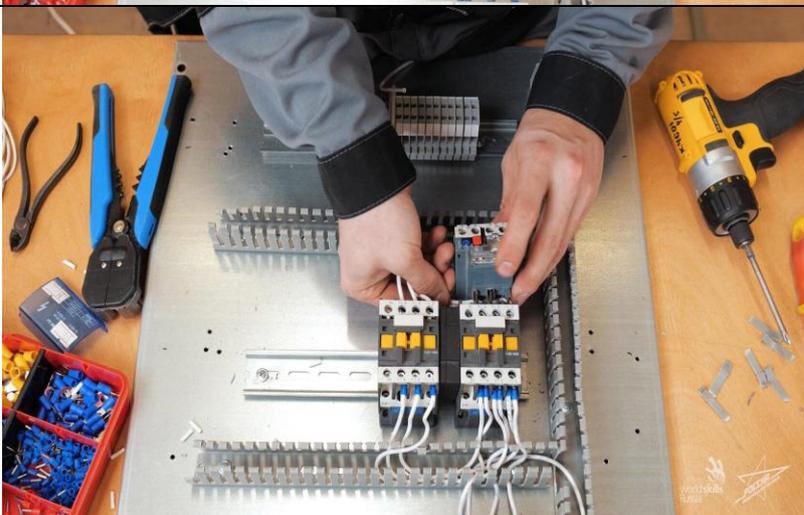
1	2
<p>Крепим контакторы на среднюю DIN-рейку, перед этим установив между ними механическое устройство для блокировки их совместного включения</p>	
<p>На нижнюю DIN-рейку устанавливаем изолированные зажимы и кросс-модуль</p>	

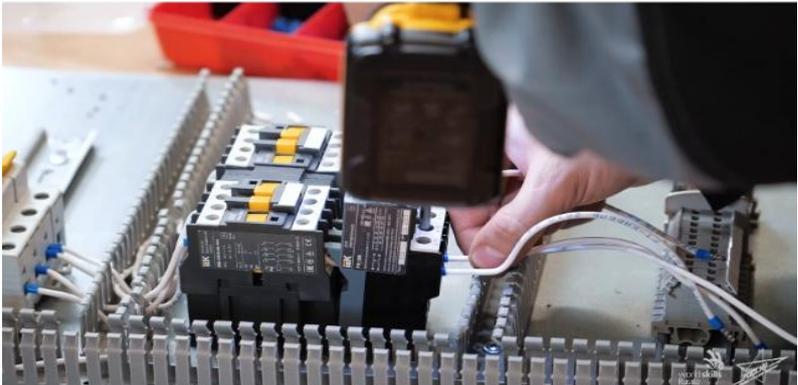
Монтаж силовой цепи

Этапы монтажа силовой цепи электрического щита представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Монтаж силовой цепи [2]

Этап работы	Графическое изображение
1	2
<p>Отрезаем от провода сечением 2,5 мм² перемычки для питания группового автомата и для реверсивного контактора. Зачищаем их</p>	<p>—</p>
<p>Обжимаем перемычки наконечниками (для того чтобы было понятно, какие провода относятся к силовой цепи, используйте наконечники одного цвета)</p>	<p>—</p>

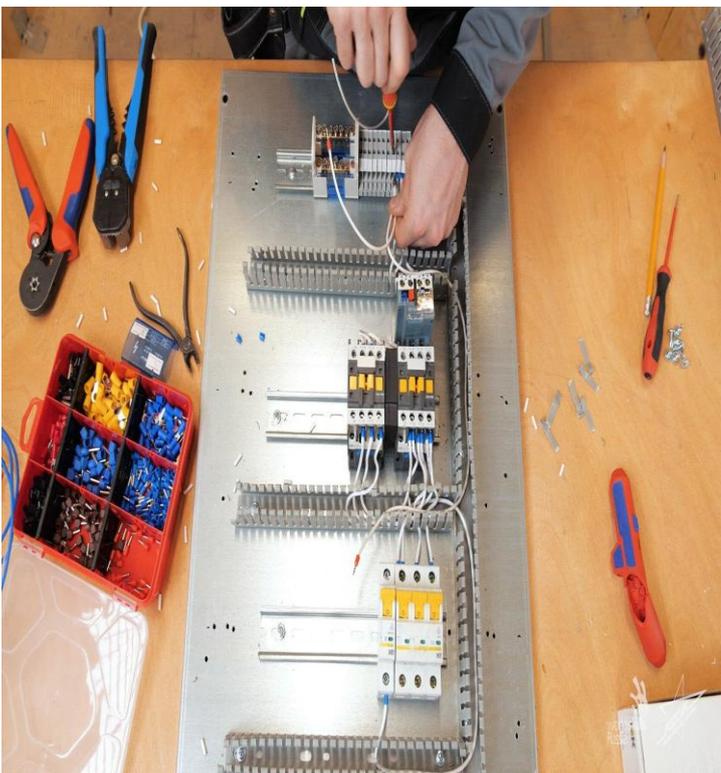
1	2
<p>Подключаем проводники к устройствам и прокладываем их в перфорированном кабельном канале</p>	
<p>Отрезаем и обжимаем перемычки на нижние контакты контакторов. Прикручиваем их</p>	
<p>Отходящие проводники со второго контактора подключаем к выходу первого контактора. Заводим их в левую сторону от винта</p>	
<p>Подключаем тепловое реле. Заводим его с правой стороны от винтов так, чтобы одни проводники были справа, а другие слева (если фланцы на обжатых наконечниках будут мешать установке теплового реле, их можно убрать)</p>	

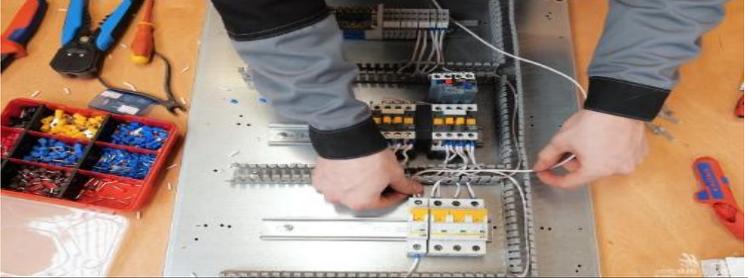
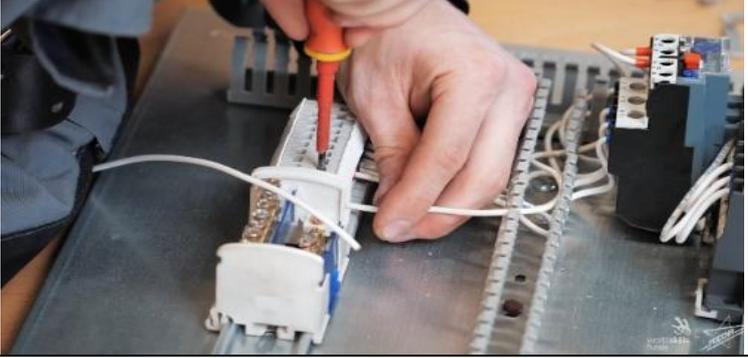
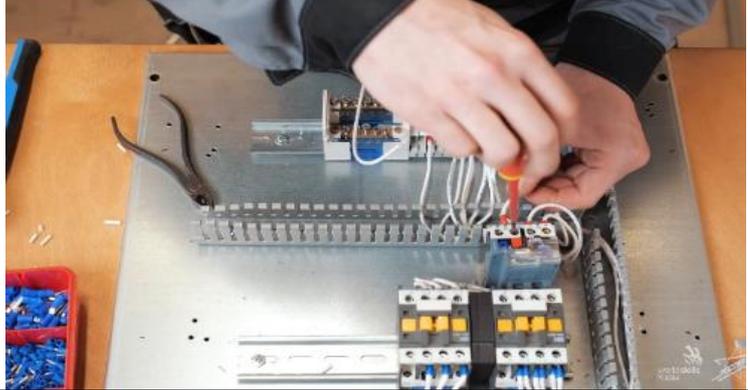
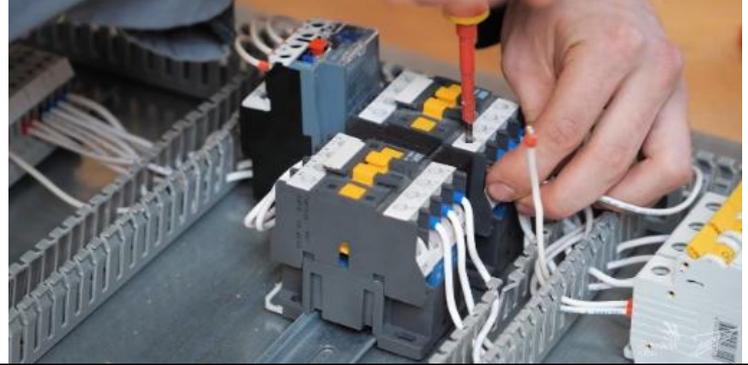
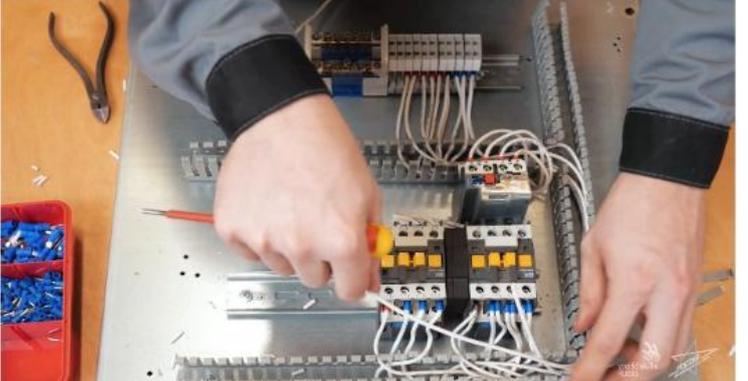
1	2
<p>Вводим провода с теплового реле на клеммные зажимы</p>	

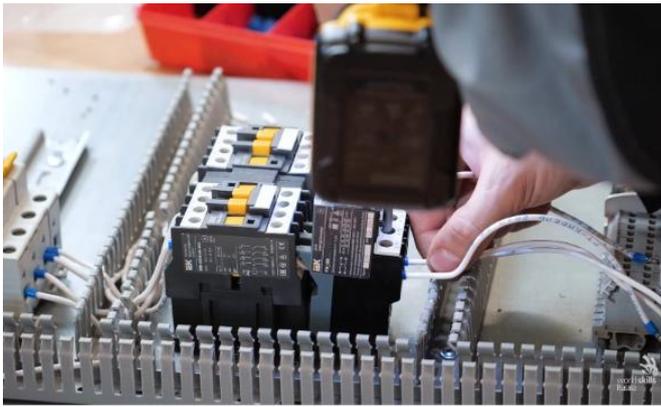
Сборка цепи управления

Этапы сборки цепи управления электрического щита представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сборка цепи управления [2]

Этап работы	Графическое изображение
1	2
<p>С группового автомата, рассчитанного на 6А, запитываем цепь управления несколькими клеммными зажимами. Первый из них отвечает за питание кнопочного поста, а второй – за питание бытовой розетки (при обжиме проводников используйте наконечники цвета, отличного от того, который использовали при монтаже силовой цепи. Это поможет понять, какие провода относятся к цепи управления)</p>	

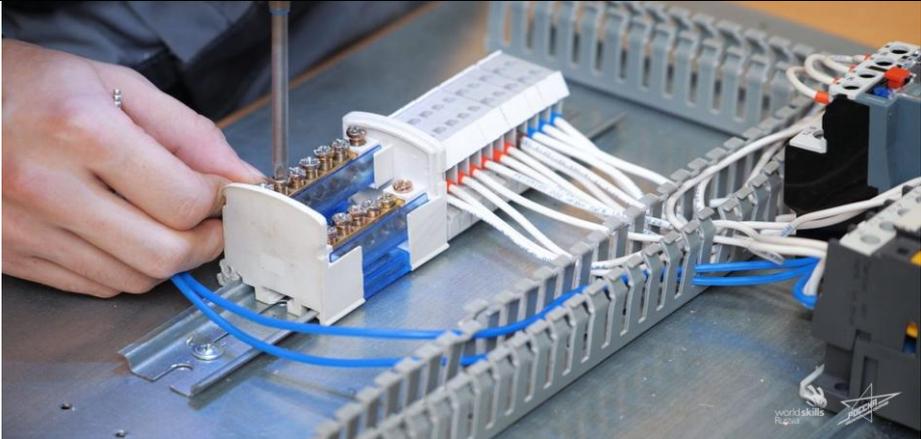
1	3
<p>Подводим питание от автомата к NO-контакту теплового реле</p>	
<p>Выход NO-контакта теплового реле подключаем на клеммник, который будет отвечать за красную лампу в дверце щита</p>	
<p>Для реализации остановки электродвигателя в схеме есть тепловое реле, которое в случае перегрузки будет обесточивать цепь управления катушек контакторов. Для этого подключаем NC-контакт теплового реле к соответствующему клеммнику</p>	
<p>С NC-контакта теплового реле вводим питание на тринадцатые контакты контакторов. Не забываем сделать перемычку</p>	
<p>Подводим питание с клеммников, отвечающих за кнопки, расположенные в посту, к контакторам. Каждой кнопке соответствует свой контактор</p>	

1	2
<p>Подводим питание с четырнадцатого контакта на катушку этого же контактора и на светильник, который будет сигнализировать о работе контактора</p>	

Подключение нейтральных проводников

Этапы подключения нейтральных проводников электрического щита представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Подключение нейтральных проводников [2]

Этап работы	Графическое изображение
<p>Подключаем нейтральный проводник к нейтральной шине кросс-модуля</p>	
<p>После завершения коммутации устанавливаем монтажную плату в щит</p>	

Полностью скоммутированный щит представляет собой законченное электротехническое изделие, в котором скоммутированы все цепи, провода уложены ровно и не затрудняют использование и обслуживание аппаратов. Силовые цепи и цепи управления должны быть разделены и собраны в жгуты. Собранная монтажная панель устанавливается в основание щита. Внешние цепи подключаются к клеммникам.

Контрольные вопросы

1. Основные виды электрических щитов.
2. Этапы коммутации щита.
3. Кабельная продукция для коммутации щита.
4. Сформулируйте правила техники безопасности при выполнении работ.
5. Перечень инструментов и материалов для выполнения коммутации щита.
6. Этапы разметки монтажной панели.
7. Правила установки оборудования на DIN-рейку.
8. Этапы монтажа силовой цепи.
9. Этапы сборки цепи управления.
10. Правила подключения нейтральных проводников.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Заземление

При проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок, промышленного и бытового электрооборудования, а также электрических сетей освещения, важно точно спроектировать и правильно выполнить заземление.

Цель работы. Ознакомиться с видами защитного заземления, произвести заземление металлоконструкций – проволочного лотка и электрического щита.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с видами защитного заземления.
2. Ознакомиться с перечнем инструментов для выполнения заземления металлоконструкций.
3. Произвести заземление проволочного лотка и электрического щита.

Основные понятия и определения

Заземление – соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством для обеспечения защиты от удара электрическим током.

Кросс-модуль – приспособление для разведения входящего проводника на несколько потребителей или участков.

Основные теоретические положения

Системы заземления

Основные требования к системам заземления содержатся в пункте 1.7 «Правил устройства электроустановок». Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты свои обозначения.

Система TN. Нейтраль источника питания глухо заземлена, открытые проводящие части электроустановки присоединены к ней посредством нулевых защитных проводников [2].

Система TN–C. Система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 1).

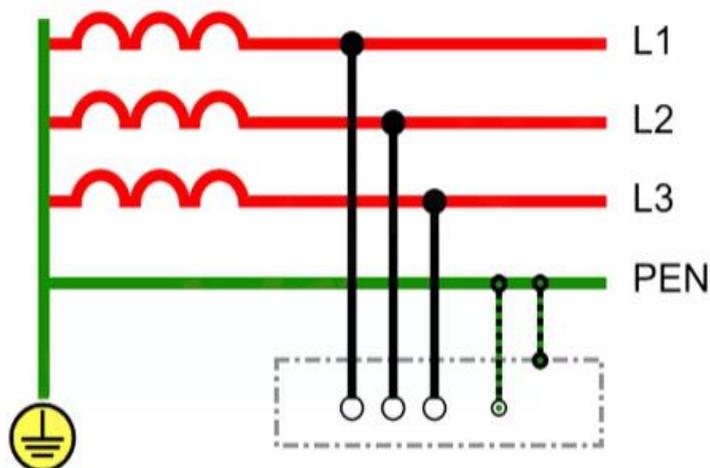


Рисунок 1 – Система заземления TN–C

Система TN–S. Система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 2).

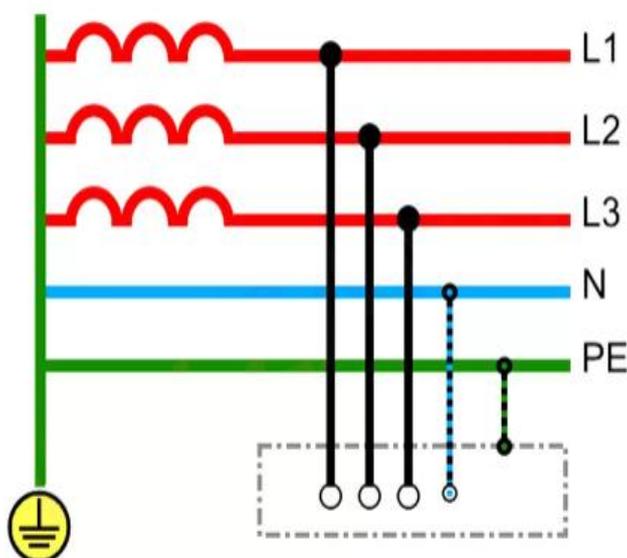


Рисунок 2 – Система заземления TN–S

Система TN–C–S. Система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 3).

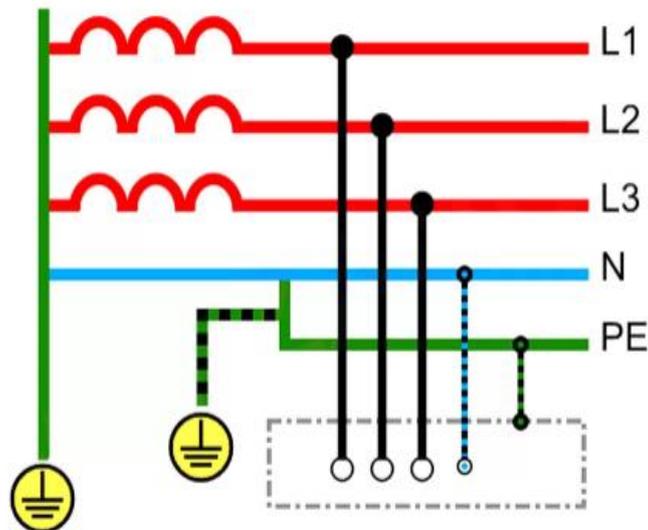


Рисунок 3 – Система заземления TN-C-S

Система TT. Нейтраль источника питания глухо заземлена, открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рис. 4).

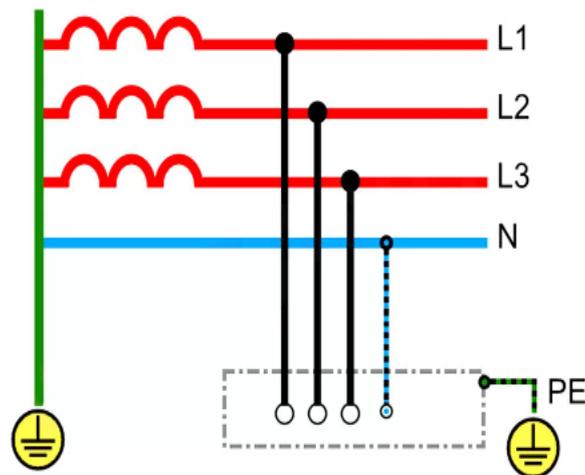


Рисунок 4 – Система заземления TT

Система IT. Нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рис. 5).

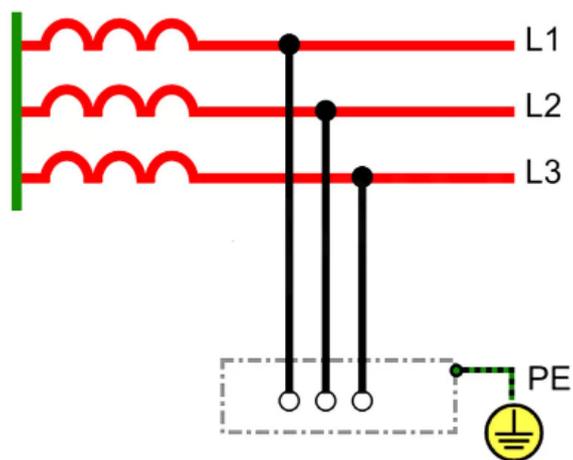


Рисунок 5 – Система заземления IT

Техника безопасности при выполнении работ. Для защиты глаз и рук от повреждений следует использовать очки и перчатки (рис. 6).

	
<p>Рулетка</p>	<p>Шуруповерт</p>
	
<p>Обжимное устройство для штыревых наконечников</p>	<p>Набор наконечников</p>
	
<p>Устройство для обжима кольцевых наконечников</p>	<p>Бокорезы</p>

Рисунок 6 – Инструменты для заземления проволочного лотка и щита [2]

	
Торцевой ключ на 10 мм	Устройство для снятия изоляции с проводников
	
Соединительный комплект для проволочного лотка	Отрезок желто-зеленого проводника ПВЗ сечением 6 мм ²

Рисунок 6 – Окончание

Заземление проволочного лотка

Этапы заземления проволочного лотка представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Заземление проволочного лотка [2]

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Протягиваем кабель через кабельный канал к лотку	–
Зачищаем провод и обжимаем наконечником для крепления под болт	

1	2
<p>Закрепляем проводник на проволочном лотке с помощью соединительного комплекта</p>	
<p>Укладываем провод в кабельный канал, заводим его в щит и отрезаем излишки</p>	—
<p>Зачищаем и обжимаем провод штыревым накопечником</p>	
<p>Подключаем провод к кросс-модулю</p>	

Заземление корпуса и дверцы щита

Этапы заземления корпуса и дверцы щита представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Заземление корпуса и дверцы щита [2]

Этап работы	Графическое изображение
Изготавливаем перемычку. Одну ее сторону обжимаем штыревым наконечником, другую – кольцевым	—
Штыревую сторону подключаем к кросс-модулю, а кольцевую часть – к корпусу щита	
Устанавливаем заводскую перемычку с корпуса на дверцу	
Закрываем крышку кросс-модуля и крышки кабельных каналов. Устанавливаем торцевые заглушки	—

Контрольные вопросы

1. Понятие заземления, предназначение.
2. Схема заземления системы TN.
3. Схема заземления системы TN–C.
4. Схема заземления системы TN–S.
5. Схема заземления системы TN–C–S.
6. Схема заземления системы TT.
7. Схема заземления системы IT.
8. Перечень инструмента и приспособлений для монтажа заземляющих устройств.
9. Этапы заземления проволочного лотка.
10. Этапы заземления электрического щита.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Элементы управления электроустановок

Известно, что для включения и выключения света нужен выключатель, а для подачи электрического тока на технологическое оборудование – кнопки. И то, и другое является элементом управления.

Цель работы. Ознакомиться с элементами управления электроустановок, правилами выбора кабельной продукции для их подключения; выполнить монтаж и подключение элементов управления.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с основными видами элементов управления.
2. Ознакомиться с перечнем инструментов для выполнения монтажа элементов управления.
3. Выполнить монтаж элементов управления.

Основные понятия и определения

Кнопочный пост – устройство для местного и дистанционного управления электрооборудованием.

Кросс-модуль – приспособление для разведения входящего проводника на несколько потребителей или участков.

Сальники – элемент для уплотнения соединений, который в электрическом щите используется для ввода кабеля и защищает от проникновения внутрь щита пыли и влаги.

Ступенчатое сверло – насадка к дрелям и станкам, предназначенная для выполнения сквозных отверстий. Имеет ступенчатый переход между меньшим и большим диаметрами, благодаря чему можно постепенно увеличивать диаметр отверстия в процессе работы.

Элементы управления – коммутационные аппараты для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования.

Обжимное устройство – ручной монтажный опрессовочный инструмент для соединения проводов между собой или установки на них наконечников.

Основные теоретические положения

Элементы управления

Одноклавишные, двухклавишные и проходные выключатели предназначены для коммутации цепей управления освещением.

Кнопки предназначены для подачи команд управления технологическим оборудованием.

Концевые выключатели предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного и постоянного тока под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Кнопки управления с фиксацией и переключатели предназначены для оперативного управления контакторами (магнитными пускателями) и реле автоматики в электрических цепях.

Кабельная продукция для подключения элементов управления

Управляющие цепи выполняются проводом сечением 1,5 мм², силовая часть – проводами не менее 2,5 мм².

Таблица 1 – Виды кабельной продукции [2]

Показатель 1	Характеристика 2
Моножильный провод первого класса ПВ1 	Используется для стационарной прокладки осветительных и силовых цепей, а также для электрических установок и монтажа электрооборудования
Многожильный провод ПВ3 	Используется в устройствах, в которых часто происходят перегибы проводов, появляются ударные воздействия при прокладке кабелей, возникают вибрации, шумы, перепады давления
Провод синего цвета 	Проводами синего цвета прокладывается нулевой провод

1	2
Провод желто-зеленого цвета 	Проводами желто-зеленого цвета выполняется защитное заземление
Провода черного, красного, белого, коричневого цвета 	Проводами черного, красного, белого, коричневого цвета выполняется коммутация фаз

Монтаж и подключение элементов управления

Техника безопасности при выполнении работ. Для защиты глаз и рук от повреждений следует использовать очки и перчатки (рис.).

	
Кнопочный пост с тремя кнопками	Клипсы 20 мм
	
Отрезок гофрированной трубы	Сигнальные лампы
	
Проводники сечением 1,5 мм ² , 4-жильный кабель 1,5 мм ²	Карандаш
	
Рулетка	Шуруповерт

Инструменты для выполнения монтажа элементов управления

	
Обжимное устройство	Набор наконечников
	
Набор отверток	Бокорезы
	
Ступенчатое сверло	Устройство для снятия изоляции с проводников

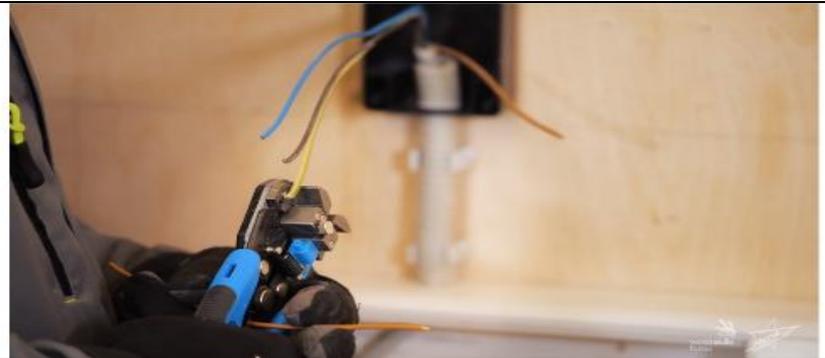
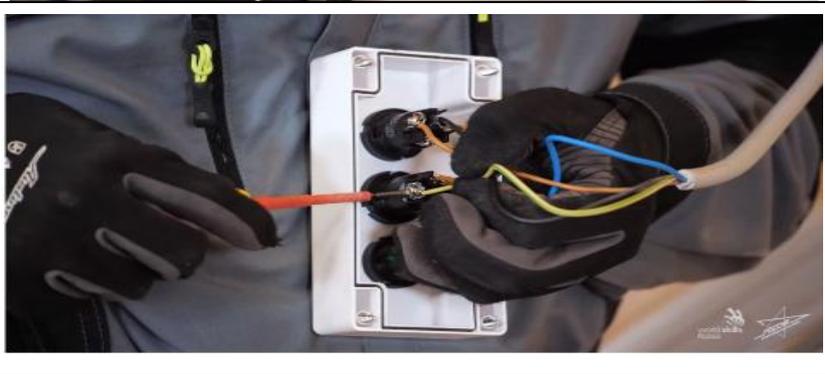
Рисунок – Окончание

Монтаж кнопочного поста

Этапы монтажа кнопочного поста представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Монтаж кнопочного поста

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Производим разметку под кнопочный пост	—
Сверлим отверстие в кабельном канале под гофрированную трубу	
Устанавливаем клипсы и закрепляем в них гофрированную трубу	—

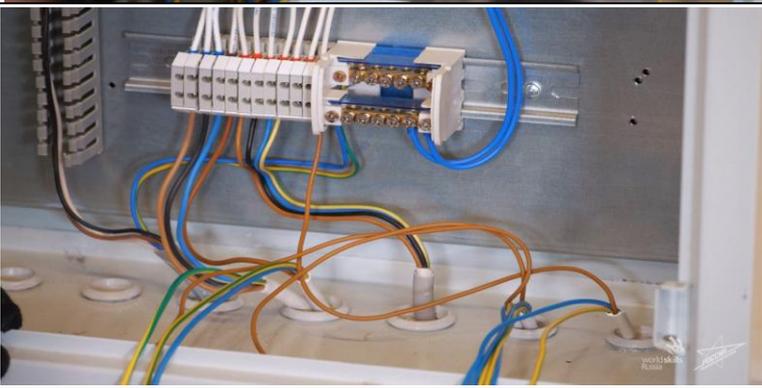
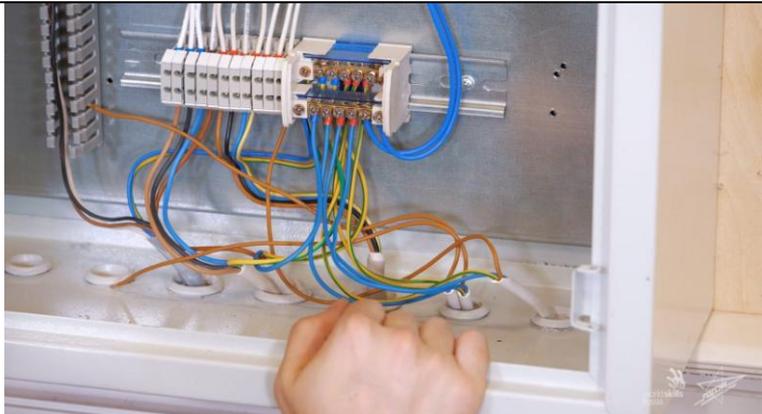
1	2
<p>Вводим трубу в основание кнопочного поста и устанавливаем его</p>	
<p>Устанавливаем кнопки в крышку кнопочного поста</p>	
<p>Протягиваем кабель в кнопочный пост и укладываем в кабельный канал</p>	<p style="text-align: center;">—</p>
<p>Снимаем оболочку с кабеля и зачищаем провода. Изготавливаем перемычки</p>	
<p>Подключаем провода к кнопкам в соответствии со схемой</p>	
<p>Прикручиваем крышку кнопочного поста к основанию</p>	<p style="text-align: center;">—</p>

Подключение кабелей к щиту

Этапы подключения кабелей к щиту представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Подключение кабелей к щиту [2]

Этап работы	Графическое изображение
1 Заводим все кабели в щит и снимаем с них оболочки (если кабель с трудом проходит в сальник, нужно расширить его при помощи ступенчатого сверла)	2 
Подключаем вводной кабель. Его фазные жилы укладываем в перфорированный кабельный канал, подгоняем длины проводников и зачищаем их	
Три фазы подключаем к вводному автомату	

1	2
<p>Нейтральный и РЕ-проводник подключаем к кроссу-модулю</p>	
<p>Фазные проводники остальных кабелей подключаем к клеммной колодке (все многопроволочные провода перед подключением нужно обжать штыревыми наконечниками)</p>	
<p>Все защитные, а затем и нейтральные проводники, подключаем к кросс-модулю</p>	

Установка сигнальных ламп

Этапы установки сигнальных ламп представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Установка сигнальных ламп

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Устанавливаем лампы в отверстия на дверце щита	—

1	2
<p>Подключаем фазные провода к лампам. Перед этим отмеряем нужную длину провода, отрезаем, зачищаем и обжимаем его</p>	
<p>Через перемычку подключаем нейтральный провод</p>	
<p>Подключаем сигнальные лампы параллельно светильникам к клеммникам. Светильники будут дублировать индикацию сигнальных ламп</p>	
<p>Нейтральный провод подключаем к кросс-модулю</p>	

1	2
Закрепляем провода на хомуты с самоклеющимися площадками	
После подключения всех кабелей закрываем крышку перфорированного кабельного канала в щите	—

В кнопочном посту установлены и подключены выключатель, кнопка и концевой выключатель. Они надежно закреплены в соответствии с монтажной схемой. Теперь мы можем включать и выключать светильник, производить пуск и остановку работы двигателя.

Контрольные вопросы

1. Что относится к элементам управления?
2. Кабельная продукция для коммутации щита.
3. Перечень инструментов и материалов для выполнения коммутации щита.
4. Этапы монтажа и подключения элементов управления.
5. Этапы монтажа кнопочного поста.
6. Технология подключения кабелей к щиту.
7. Предназначение сигнальных ламп. Установка сигнальных ламп.
8. Назначение кнопочного поста.
9. Предназначение кросс-модуля.
10. Предназначение концевых выключателей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Ввод электроустановок в эксплуатацию

Вводу любой электроустановки (ЭУ) в эксплуатацию предшествуют приемо-сдаточные испытания электрооборудования. Все показатели должны соответствовать установленным нормам и стандартам, описанным в нормативных документах.

Цель работы. Научиться работать с электроизмерительными приборами; произвести измерения, необходимые для проверки безопасности электроустановок.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с понятием электроустановки.
2. Ознакомиться с измерительными приборами и произвести измерения сопротивлений.
3. Выполнить проверку работоспособности электроустановки.

Основные понятия и определения

Электроустановка – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, а также помещений, в которых они установлены. Предназначена для производства, преобразования, передачи и распределения электрической энергии.

Металлосвязь – величина, характеризующая качество связи в цепи. В процессе измерения металлосвязи проверяется непрерывность цепи между заземляемыми частями оборудования и заземлителями.

Миллиомметр – прибор для измерения малых значений электрического сопротивления постоянному току.

Мегаомметр – прибор для измерения больших значений электрического сопротивления постоянному току.

Основные теоретические положения

Проверка металlosвязи. Исследуемая на металlosвязь цепочка включает контактные клеммы главной заземляющей шины, на которой замыкается РЕ-проводник, заземляющие шины оборудования, а также точки присоединения к заземлителю.

Порядок проверки металlosвязи:

1. Визуальный осмотр, в ходе которого все сварные соединения слегка простукиваются с целью проверки их механической прочности.
2. Проверка имеющихся болтовых или клеммных контактов на качество их затяжки и отсутствие каких-либо видимых повреждений: сколов, трещин и т.д.
3. Измерение переходного сопротивления каждого из имеющихся контактов. При этом показатели не должны превышать 0,05 Ом.

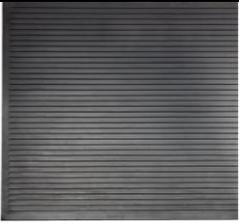
Для проведения измерений сопротивления металlosвязи применяется миллиомметр, использующий 4-проводную схему измерения сопротивления.

Измерение сопротивления изоляции. Проводится для измерения сопротивления изоляции между фазами, фазами и проводником защитного заземления, нулем и проводником защитного заземления.

Для проведения измерения сопротивления изоляции проводников используется *мегаомметр*.

Для электроустановок с напряжением 0,4 кВ измерения проводятся постоянным током при напряжении 500 В. Длительность измерений зависит от длины кабелей и сведения к минимуму емкостных токов и токов поглощения. Иногда измерение может достигать десятков минут.

Техника безопасности при выполнении работ. Все применяемые средства индивидуальной защиты должны пройти проверку и испытания (рис.).

	
Силовой разъем для вводной вилки	Силовой разъем для силовой розетки
	
Мультифункциональный тестер	Переходники для щупов
	
Диэлектрические перчатки	Диэлектрический коврик
	—
Трехфазный асинхронный двигатель	

Инструмент для проверки ЭУ и ввода ее в эксплуатацию

Проверка переходного сопротивления цепи

Этапы проверки переходного сопротивления цепи представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ход проверки переходного сопротивления цепи

Этап работы	Графическое изображение
1	2
Устанавливаем подготовленные разъемы в вводную вилку и силовую розетку	—

1	2
<p>Включаем тестер в режиме миллиомметра. Подключаем первый щуп тестера к РЕ-проводнику вводного разъема. Для удобства используем переходник в виде «крокодильчика»</p>	
<p>Вторым щупом прикасаемся к проверяемым элементам. После подключения к заземленному элементу нажимаем на кнопку «Тест», которая есть на панели тестера и на щупе</p>	

В ходе работы необходимо проверить:

- непрерывность металlosвязи от вводной вилки до РЕ-проводника силовой розетки;
- непрерывность металlosвязи от вводной вилки до РЕ-шины кросс-модуля;
- корпус и дверцу щита;
- бытовую розетку;
- проволочный лоток;
- светильники.

Полученные значения не должны превышать 0,05 Ом

Проверка сопротивления изоляции

Этапы проверки сопротивления изоляции представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Проверка сопротивления изоляции [2]

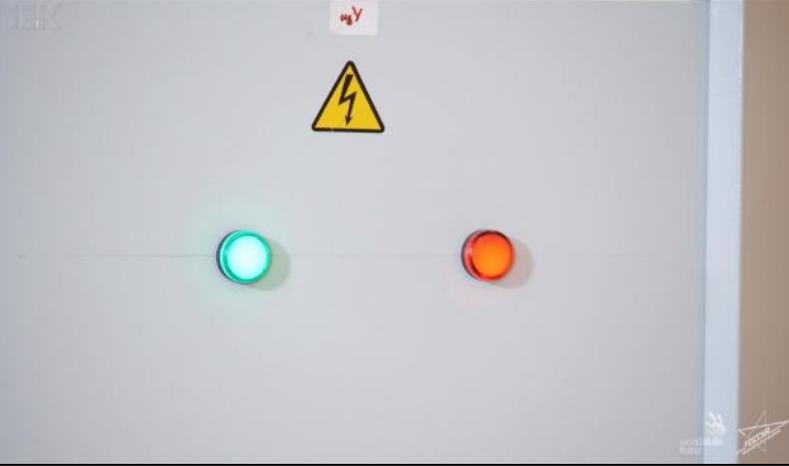
Этап работы	Графическое изображение
<p>Переключаем тестер в режим мегаомметра и выставляем напряжение 500 В (при проверке сопротивления изоляции нужно использовать диэлектрические перчатки и коврик)</p>	<p>—</p>
<p>Производим измерение сопротивления изоляции вводного кабеля. Первый щуп остается подключенным к РЕ-проводнику вводного разъема. Второй щуп подключаем ко второму проводнику проверочного разъема. Нажимаем на кнопку «Тест». Нормированное значение более 0,5 МОм</p>	
<p>Включаем все автоматы в щите. Аналогично производим измерение от силового разъема до верхних клемм контакторов, расположенных в щите</p>	<p>—</p>
<p>Производим замер сопротивления изоляции от силовой розетки до нижних клемм контакторов. Подключаем прибор к подготовленному проверочному разъему для силовой розетки: первый щуп – к желто-зеленому проводу, второй щуп – к фазному проводу. Нажимаем на кнопку «Тест»</p>	

Если полученное значение больше 0,5 МОм, электроустановка допускается к подаче напряжения.

Проверка работоспособности электроустановки

Этапы проверки работоспособности электроустановки представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Ход проверки работоспособности электроустановки

Этап работы	Графическое изображение
Подключаем двигатель к силовой розетке	—
Подаем напряжение на ввод, включая вводной и групповой автоматы	—
Производим пуск двигателя в разных направлениях и его остановку	
Проверяем работу теплового реле. Для этого запускаем двигатель в любом направлении и нажимаем кнопку «Тест» на тепловом реле	
Проверяем работоспособность бытовой розетки	—

Если при визуальном осмотре не были обнаружены повреждения или ошибки коммутации, способные нанести вред оборудованию и безопасности окружающих, переходное сопротивление цепи заземления не превысило 0,05 Ом, сопротивление изоляции проводов больше 0,5 МОм, электроустановка безопасна для подачи напряжения.

Контрольные вопросы

1. Понятие электроустановки.
2. Перечень инструментов и материалов для выполнения проверки электроустановки.
3. Этапы проверки металлосвязи.
4. Этапы проверки переходного сопротивления цепи.
5. Этапы проверки сопротивления изоляции.
6. Этапы проверки работоспособности электроустановки.
7. Предназначение миллиомметра.
8. Предназначение мегаомметра.
9. Измерения сопротивления изоляции.
10. Сформулируйте правила техники безопасности при выполнении работ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Программирование FBD

Иногда нужно, чтобы система управления тем или иным оборудованием была автоматизированной, и тогда на помощь приходят программируемые интеллектуальные реле. Они позволяют значительно упростить схемы управления электрооборудованием, повысить их надежность и гибкость. Как правило, для программирования интеллектуального реле используется специализированное ПО: LD, FBD и другие.

Цель работы. Ознакомиться с программируемым логическим реле, разобраться в его структуре, рассмотреть основные схемные решения при их подключении. Изучить основные языки программирования интеллектуального реле и написать программу управления двигателем.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с основными понятиями и определениями.
2. Ознакомиться с областью применения интеллектуальных реле.
3. Изучить схемы подключения интеллектуальных реле и выполнить их программирование.

Основные понятия и определения

Аппарат защиты – устройство для защиты электрических цепей, электрооборудования, машин и других агрегатов от перегрузок. Автоматически отключает защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах работы.

Булева алгебра – раздел математики, изучающий логические значения высказываний (истинность или ложность) и логические операции над ними.

Микропроцессор – устройство обработки цифровой и аналоговой информации.

Таблица истинности – таблица, описывающая значения логической функции при всех возможных значениях ее аргументов.

Основные теоретические положения

Программируемые, или интеллектуальные, реле – программный логический контроллер (ПЛК) простого типа. Устройство используется при создании систем управления с логической обработкой информации (рис. 1).



Рисунок 1 – Интеллектуальное реле [2]

В основу принципа действия ПЛК заложена программа для контроля входов, на которые могут подаваться сигналы с датчиков, переключателей и кнопок, и выходов, то есть контактов на исполнительные механизмы. Согласно заложенному алгоритму, интеллектуальное реле может заменять практически любые по сложности системы автоматизации.

Программируемые логические реле применяются для автоматизации технологических процессов и производств, включения электроприборов в быту и построения автоматизированных систем управления транспортерами, управления насосами, приточно-вытяжной вентиляцией, установками для подготовки пара и сбора конденсата, оборудованием для распределения электроэнергии и управления освещением, сбором и предварительной обработкой сигналов управления компрессорами.

Составляющие интеллектуального реле: дискретный вход, на который подается сигнал уровня 24 В или 220 В; микропроцессор; постоянное и оперативное запоминающее устройство; таймер реального времени; дискретный выход, чаще выполняемый как «сухой контакт реле».

Схема подключения интеллектуального реле

Язык релейно-контактных схем, или релейных диаграмм LD (*Ladder Diagram*) – графический язык, реализующий структуры электрических цепей (рис. 2).

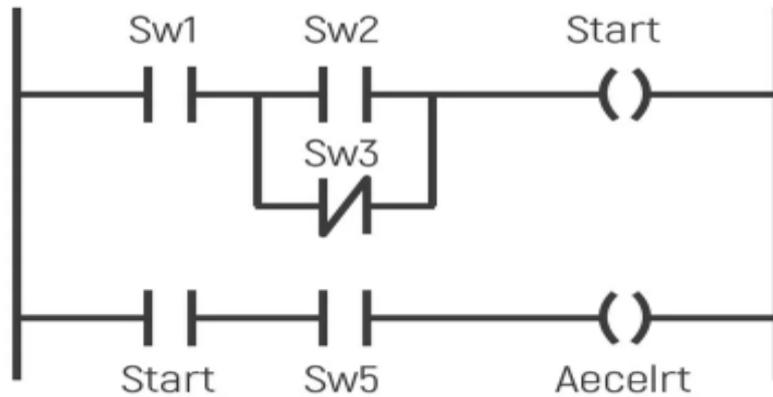


Рисунок 2 – Релейная диаграмма [2]

Графически LD-диаграмма представлена в виде двух вертикальных шин питания. Между ними расположены цепи, образованные соединением контактов. Контактom может выступать вход программируемого реле или некоторая промежуточная переменная. Нагрузкой каждой цепи служит реле. Каждое реле имеет контакты, которые можно использовать в других цепях.

Язык FBD (*Function Block Diagram*) – графический язык программирования высокого уровня, обеспечивающий управление потоком данных всех типов.

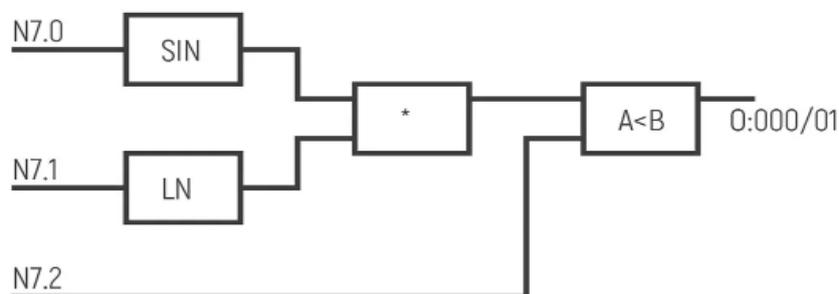


Рисунок 3 – Функциональная блок-схема [2]

FBD позволяет использовать мощные алгоритмы простым вызовом функций и функциональных блоков (рис. 3). Удовлетворяет не-

прерывным динамическим процессам. Подходит для небольших приложений, удобен для реализации сложных операций, подобно ПИД-регуляторам, массивам данных и т.д. Данный язык может использовать большую библиотеку блоков.

FBD заимствует символику булевой алгебры и является более эффективным для представления структурной информации, чем язык релейно-контактных схем.

Элементы булевой алгебры и таблицы их истинности

Элемент «ИЛИ»

Операция логического сложения, при которой каждым двум высказываниям ставится в соответствие новое высказывание, являющееся ложным тогда и только тогда, когда оба исходных высказывания ложны.

Таблица 1 – Результаты операций логического сложения

A	B	ИЛИ
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Элемент «И»

Операция логического умножения, ставящая в соответствие каждым двум высказываниям новое высказывание, являющееся истинным тогда и только тогда, когда оба исходных высказывания истинны.

Таблица 2 – Результаты операций логического умножения

A	B	ИЛИ
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Инверсия

Операция логического отрицания, которая каждому высказыванию ставит в соответствие новое высказывание, значение которого противоположно исходному.

Таблица 3 – Результаты операций логического отрицания [2]

A	B
1	0
0	1

Триггеры

Триггер является спусковым устройством, на выходе которого под воздействием управляющего сигнала возникают скачки напряжения от одного стационарного уровня до другого.

RS-триггер (от англ. reset – восстанавливать, set – устанавливать). RS-триггер имеет два входа: S – единичный, R – нулевой.

Таблица 4 – Результаты операций спускового устройства [2]

R	S	Q
0	1	1
1	0	0
0	0	Q*

Различают RS-триггер с приоритетом по R: при подаче на вход S и на вход R логической единицы на выходе будет ноль.

Таблица 5 – Параметры спускового устройства с приоритетом R

R	S	Q
1	1	0

И SR-триггер с приоритетом по S: при подаче на вход R и на вход S логической единицы на выходе будет единица.

Таблица 6 – Параметры спускового устройства с приоритетом S

R	S	Q
1	1	1

T-триггер (от англ. toggle – кувыркаться)

При подаче на его вход логического нуля он оставляет на выходе предыдущее состояние. При подаче на вход единицы на выходе состояние поменяется на противоположное.

Таблица 7 – Параметры взаимозаменяемых режимов [2]

T	Q
0	0
0	1
1	0
1	1

Триггер D (от англ. delay – задержка)

Таблица 8 – Параметры асинхронной задержки [2]

D	Q
0	0
1	1

Таблица 9 – Параметры синхронной задержки [2]

D	C	Q
0	0	Q*
0	1	0

Составление программы управления трехфазным двигателем на языке FBD

Установка элементов

1. Запускаем программу ONI PLR Studio и создаем новую рабочую область.
2. Выбираем оборудование, для которого будем писать программу (рис. 4).

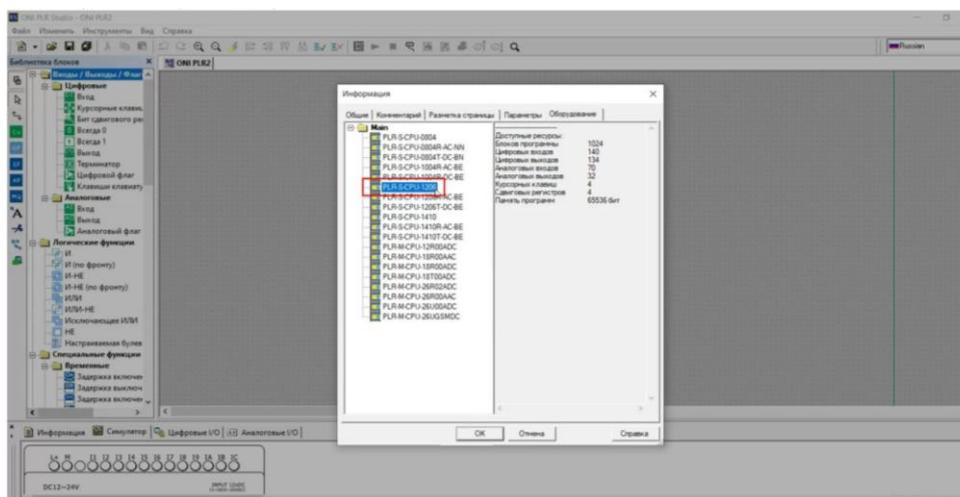


Рисунок 4 – Выбор необходимого оборудования для программирования в программе ONI PLR Studio

3. Создаем три цифровых входа: пуск, стоп и реверс. Расставляем два цифровых выхода: первый отвечает за запуск двигателя в прямом направлении, второй – за запуск двигателя в реверсивном направлении (рис. 5) [2].

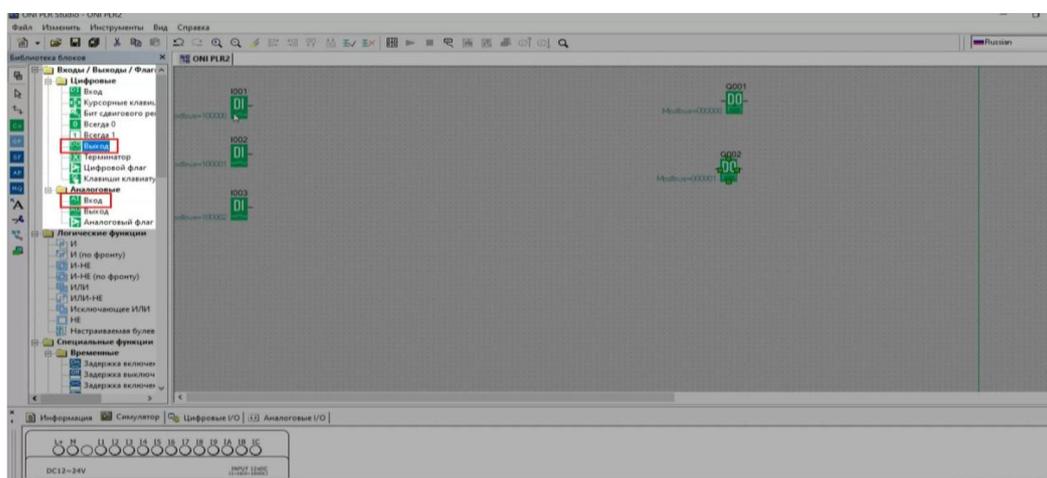


Рисунок 5 – Создание трех цифровых входов: пуск, стоп и реверс

4. Для удобства задаем имена входам и выходам. Нажимаем на значок входа/выхода во вкладке «Комментарии», вводим имя и нажимаем на кнопку «ОК».

5. Для запоминания сигнала устанавливаем RS-триггеры. Так как направлений движения двигателей два, то и триггеров тоже должно быть два (у данного элемента имеется один выход и два входа: S – запоминание сигнала, R – сброс сигнала) (рис. 6).

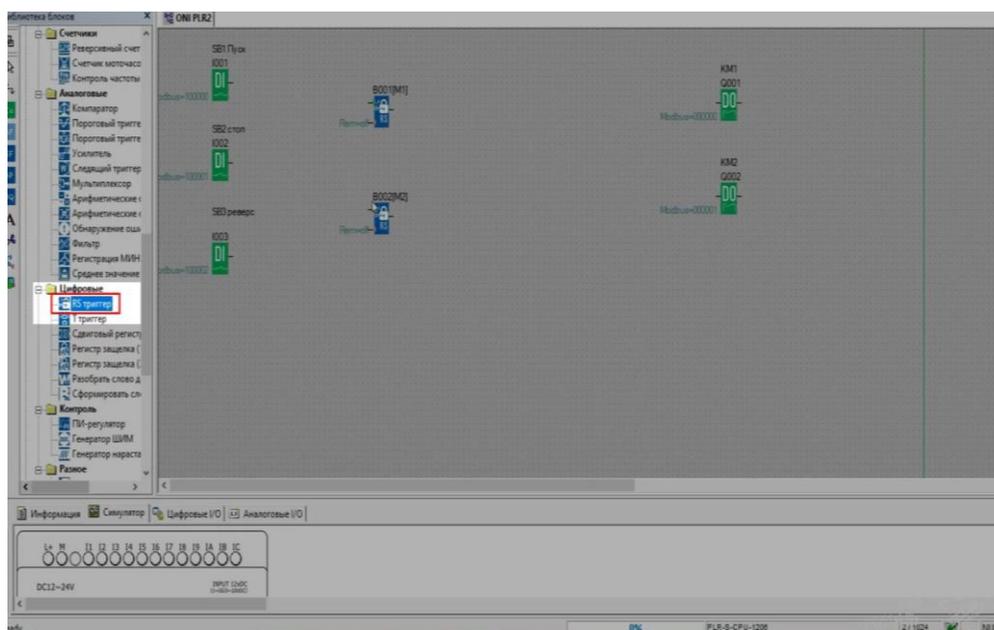


Рисунок 6 – Установка RS-триггеров

Подача сигналов и организация взаимоблокировки

1. Организовываем взаимоблокировку, которая будет защищать от встречного включения контакторов. Для этого устанавливаем два логических элемента под названием «И».

2. Создаем соединение. С кнопки «Пуск» подаем сигнал на элемент «И», а с него на S-контакт RS-триггера. Также подаем сигнал с выхода RS-триггера на KM1. То же самое повторяем для элемента «Реверс» и выхода KM2.

3. Организовываем сброс RS-триггеров, чтобы двигатель остановился. Для этого с элемента «Стоп» подаем сигнал на R-контакты RS-триггеров (рис. 7).

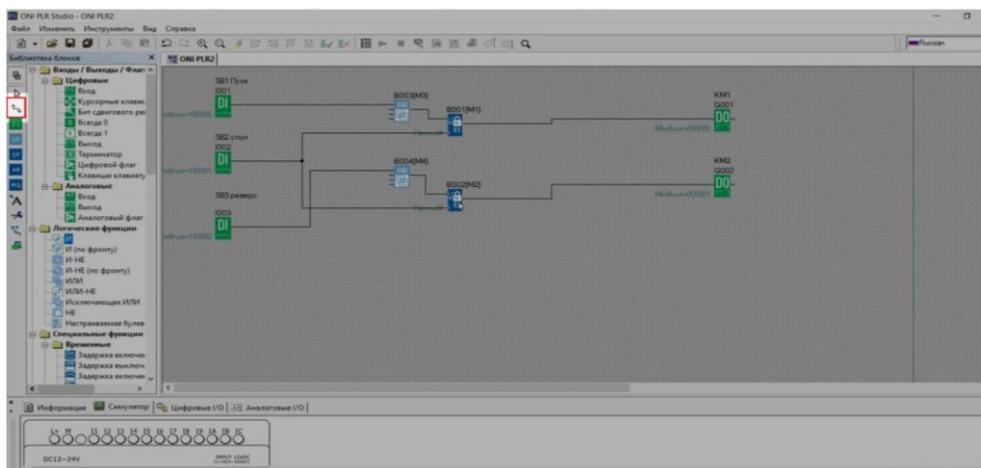


Рисунок 7 – Организация сброса RS-триггеров для остановки двигателя

4. Используем элемент «Инверсия» для создания связи между элементами «И» и RS-триггерами. Дважды нажимаем на вторую кнопку элемента «И», тем самым инвестируя его вход. Теперь, если сюда придет 1, она преобразуется в 0 и наоборот.

5. Подаем сигналы от инвестированных входов элементов «И» к выходам RS-триггеров. В результате чего, когда с выхода второго RS-триггера на первый элемент «И» придет 0, тогда поступит сигнал на первый RS-триггер. И наоборот. Поэтому двигатель сможет работать одновременно только в одном направлении. Получаем такую схему (рис. 8).

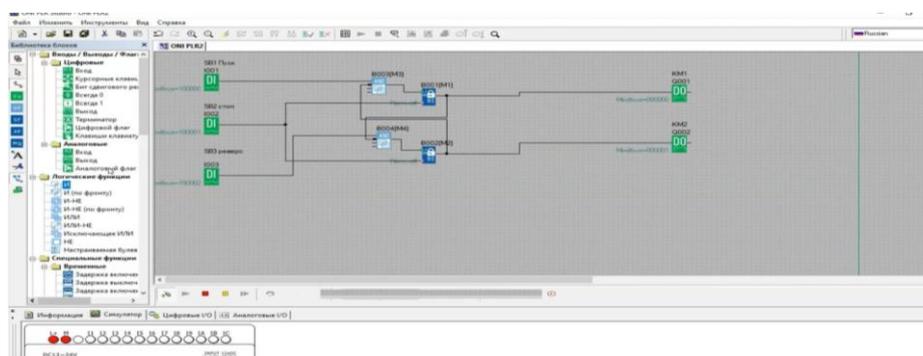


Рисунок 8 – Настройка работы двигателя

Проверка правильности построения схемы

1. Через боковую панель или нажатием на кнопку F3 переходим в симулятор.

2. Имитируем работу кнопки «Пуск». Для этого нажимаем на соответствующий элемент, в результате чего на выходе RS-триггера должен появиться сигнал, который идет на KM1. При этом, если

нажать на элемент, отвечающий за кнопку «Реверс», он не запустится, так как в данный момент двигатель работает в прямом направлении (рис. 9).

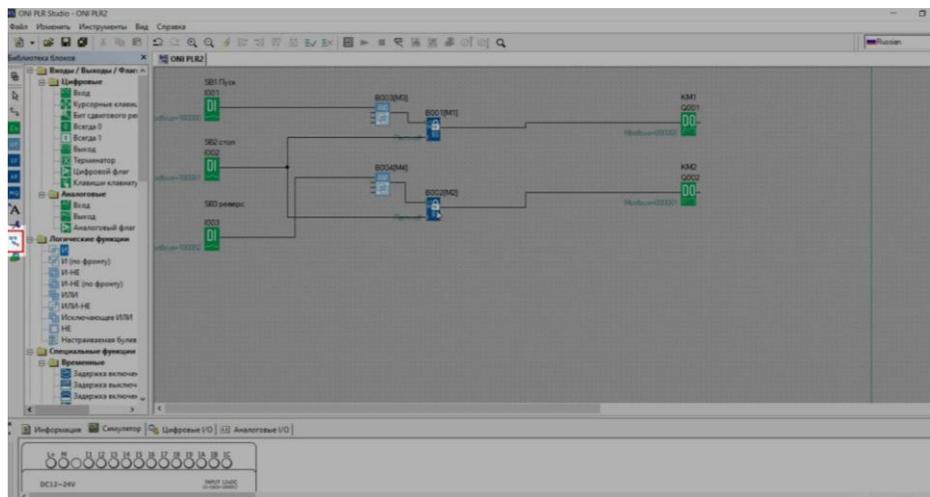


Рисунок 9 – Иммитация работы кнопки «Пуск»

3. Сбрасываем сигнал нажатием на элемент, отвечающий за кнопку «Стоп» (рис. 10).

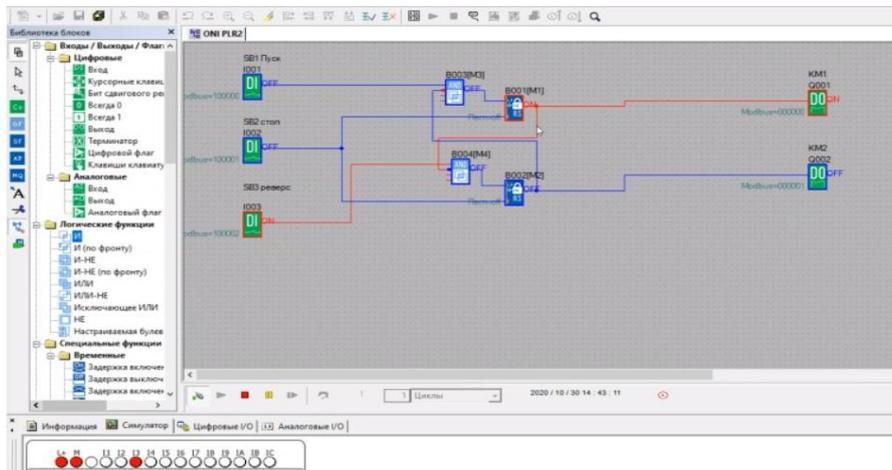


Рисунок 10 – Иммитация работы кнопки «Стоп»

4. Повторяем аналогичную процедуру с элементом, отвечающим за кнопку «Реверс». Если все работает исправно, значит, схема построена верно (рис. 11).

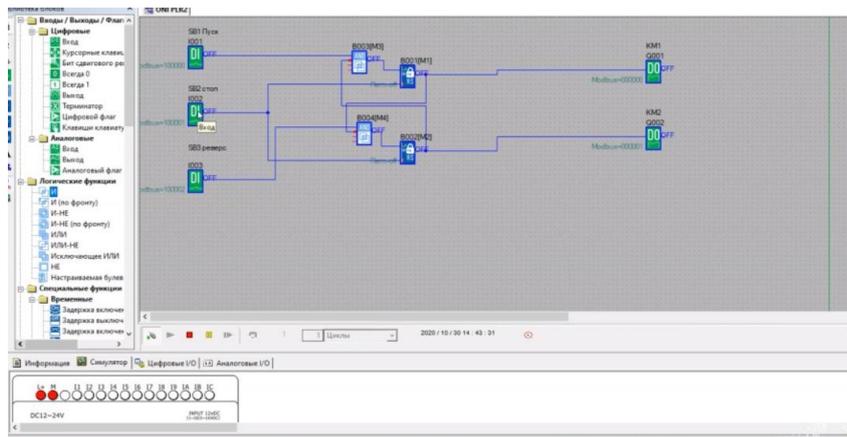


Рисунок 11 – Имитация работы кнопки «Реверс»

Результатом программирования стала схема пуска трехфазного двигателя, которая реализует функции пуска, остановки, реверса и защиты от одновременного включения прямого пуска и реверса, что может привести к межфазному замыканию.

Контрольные вопросы

1. Предназначение и устройство интеллектуального реле.
2. Предназначение и устройство аппарата защиты.
3. Предназначение и устройство микропроцессора.
4. Область применения интеллектуального реле.
5. Составляющие интеллектуального реле.
6. Схема подключения интеллектуального реле.
7. Язык релейно-контактных схем или релейных диаграмм LD.
8. Элементы языка FBD.
9. Этапы составления программы управления трехфазным двигателем на языке FBD.
10. Этапы проверки правильности построения схемы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13

Программирование KNX

В прошлом веке люди только мечтали о том, чтобы можно было дистанционно управлять электрикой и электроникой в доме. Но сейчас это стало реальностью, благодаря системе «Умный дом». Под этим словосочетанием понимают способ автоматизации домашнего быта путем объединения всех электроприборов и бытовой техники в доме в единую экосистему.

Цель работы. Ознакомиться с системой «Умный дом» на базе коммуникационной шины KNX; разобрать назначение системы и основные принципы работы; ознакомиться со средой программирования ETS и написать программу управления освещением и нагрузками.

Содержание и последовательность работы:

1. Ознакомиться с системой «Умный дом» на базе коммуникационной шины KNX.
2. Ознакомиться с системой KNX.
3. Выполнить проектирование системы KNX.

Основные понятия и определения

Погодная станция – устройство для измерения и показа различных метеорологических параметров: температуры, влажности, давления.

Система «Умный дом» – система домашних устройств, способных выполнять действия и решать некоторые повседневные задачи без участия человека.

Термостат – прибор для поддержания постоянной температуры в помещении или оборудования.

Основные теоретические положения

Система KNX

KNX – децентрализованная система. Это означает, что при необходимости можно заменить любой компонент, почти не оказывая

влияния на остальные. В частности, нет централизованного контроллера, который бы управлял всеми устройствами.

Система не привязана к конкретному производителю. Можно выбирать любое оборудование, исходя из потребностей, бюджета и эстетических предпочтений. Как правило, взаимосвязи между устройствами разных производителей прописываются без каких-либо проблем.

В любой момент систему можно расширять и улучшать. Например, если изначально были установлены кнопочные выключатели, при возникновении потребности и возможности можно заменить их на сенсорные.

Топологически KNX – дерево, главное – не допускать колец (рис. 1). Терминирующих устройств не требуется [2].

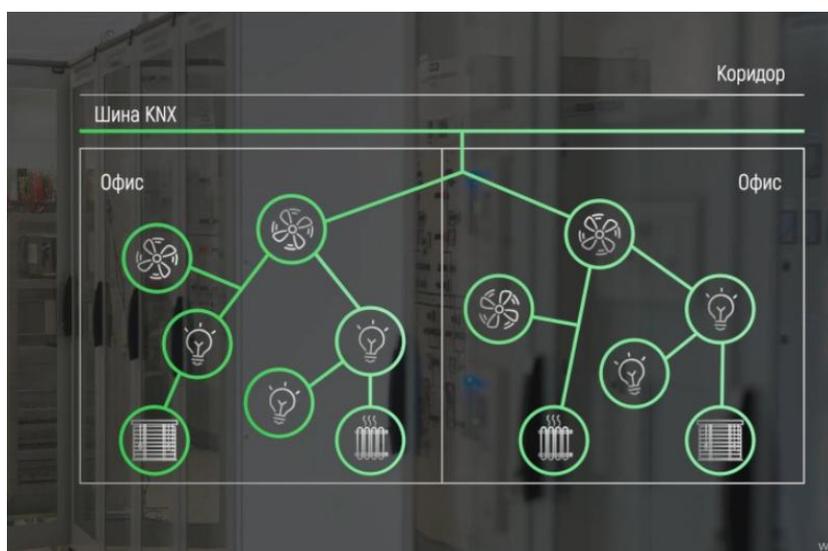


Рисунок 1 – KNX – дерево

Составляющие системы KNX

Исполнительные устройства (актуаторы) – управляемые реле разнообразного назначения.

Сенсоры – кнопки, выключатели, термостаты, погодные станции.

Системные устройства – блоки питания, линейные соединители и прочее.

ПО для проектирования системы KNX – программный инструмент для проектирования и настройки интеллектуальных домашних и

строительных систем управления с системой KNX, который не зависит от производителя оборудования.

ETS – программное обеспечение, которое работает на компьютерах под управлением Windows.

Проектирование системы KNX

Добавление оборудования

1. Запускаем программу ETS 5 и создаем новый проект.
2. Создаем комнату, в которой будет располагаться оборудование (рис. 2).

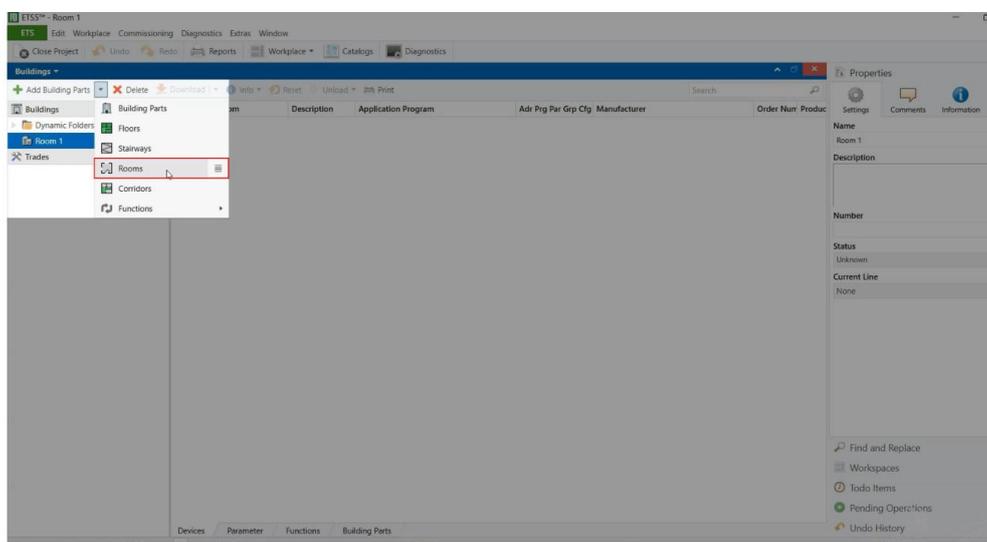


Рисунок 2 – Создание помещения для размещения оборудования

3. Нажатием на кнопку «Add Devices» открываем каталог оборудования. Поиск оборудования в каталоге можно осуществлять по артикулу или серии устройства.

4. С помощью этой системы будет осуществляться управление освещением и розеточными группами. Добавляем актуатор, который будет подключать/отключать все эти группы, и рум-контроллер, который будет посылать команды на управляющее устройство. Чтобы добавить оборудование в комнату, нужно перетянуть его в соответствующее поле из каталога (рис. 3).

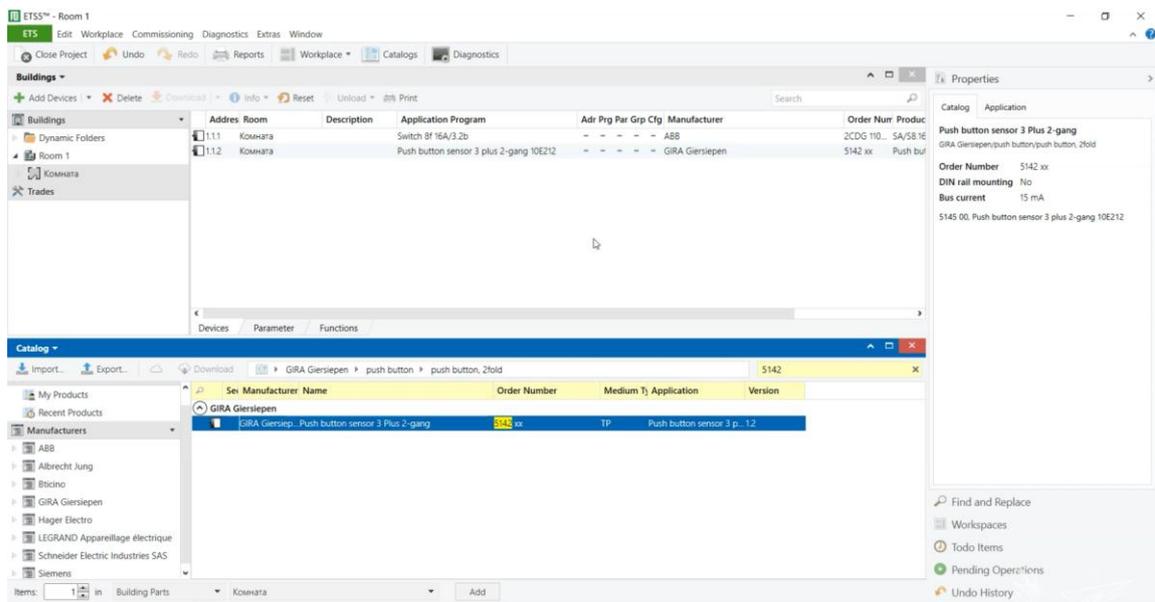


Рисунок 3 – Добавление актуаторов для подключения/отключения всех групп и рум-контроллера для отправления команд на управляющие устройства

5. Присваиваем актуатору и рум-контроллеру индивидуальные адреса (рис. 4).

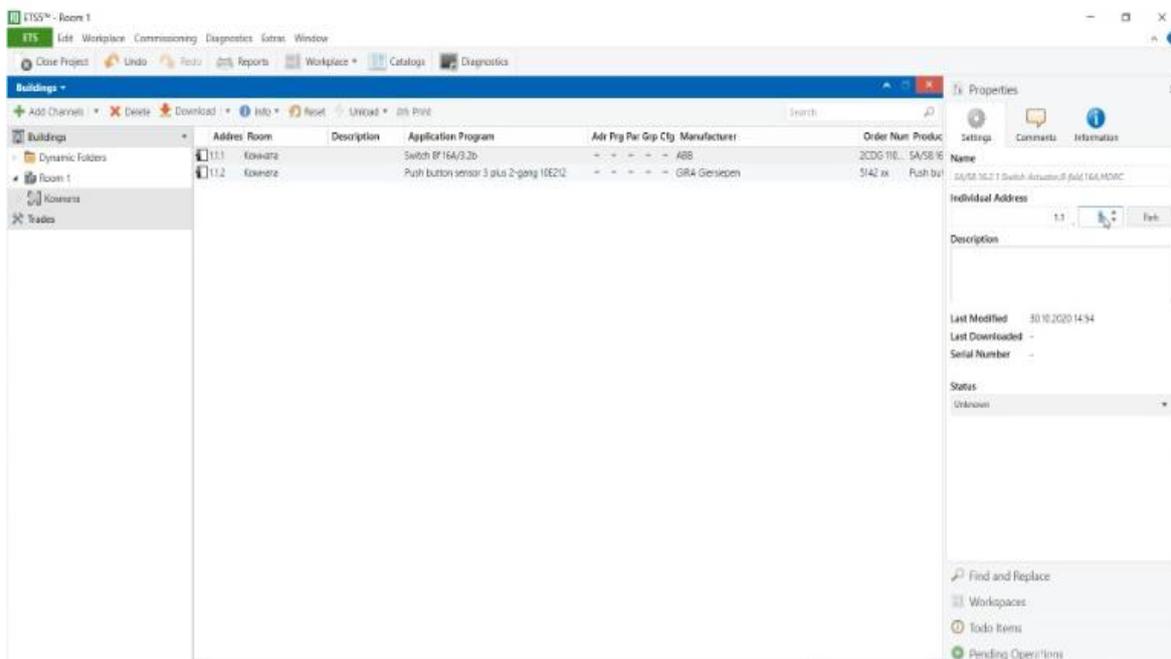


Рисунок 4 – Присвоение индивидуальных адресов

6. Открываем окно Group Addresses. В нем мы будем производить все соединения (рис. 5).

6. Открываем окно Group Addresses. В нем мы будем производить все соединения.

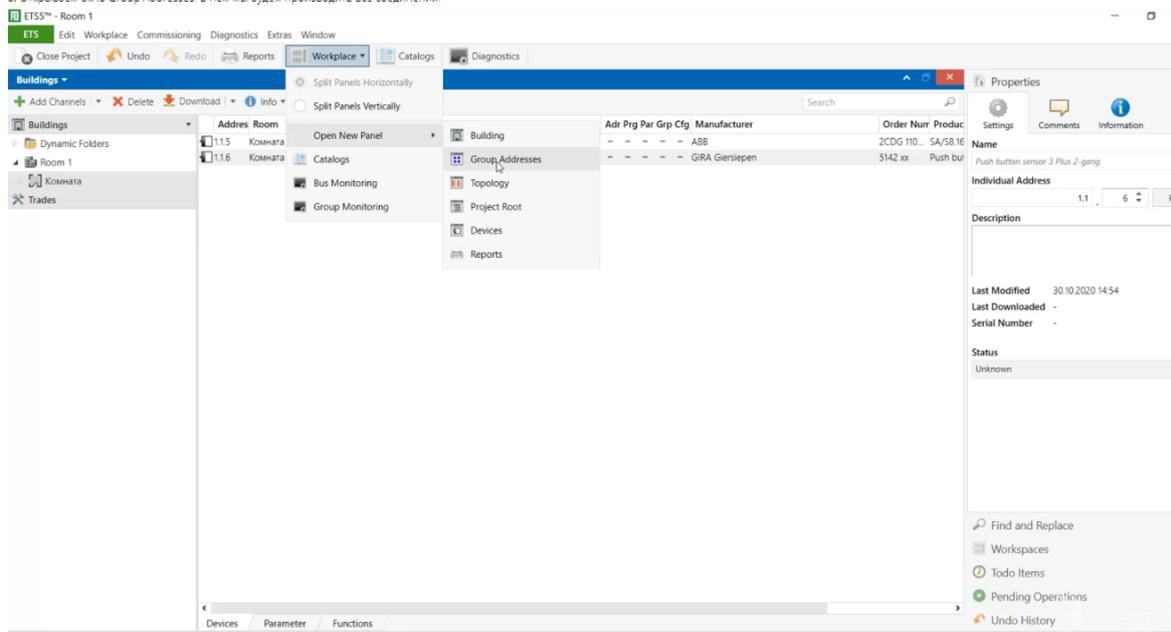


Рисунок 5 – Проведение соединений всех групп

7. Создаем несколько групп нажатием на кнопку Add Group Addresses (рис. 6). Должна получиться такая структура:

0 Главная группа

0/0 Свет

0/0/1

0/0/2 Выкл

0/1 Розетки

0/1/0

0/1/1 Выкл

Вкл

Вкл

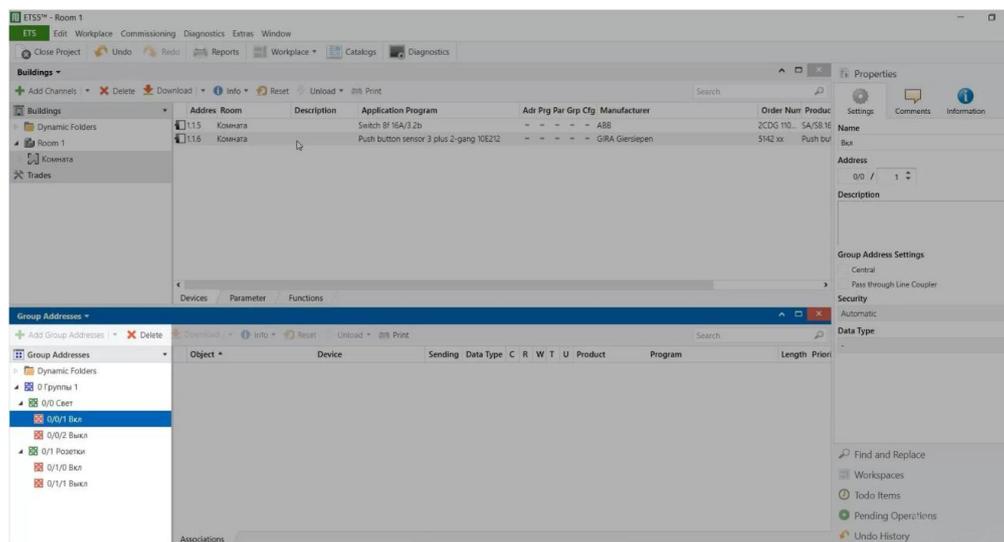


Рисунок 6 – Создание нескольких групп управления электрической сетью

Настройка параметров актуатора

1. Переходим на вкладку Parameter и проверяем правильность заполнения параметров актуатора. Розетка подключена к А-каналу, а свет – к В-каналу.
2. Раскрываем вкладку «Комната» и нажимаем на название актуатора.
3. Добавляем выходы А- и В-выключателя в соответствующие группы (рис. 7).

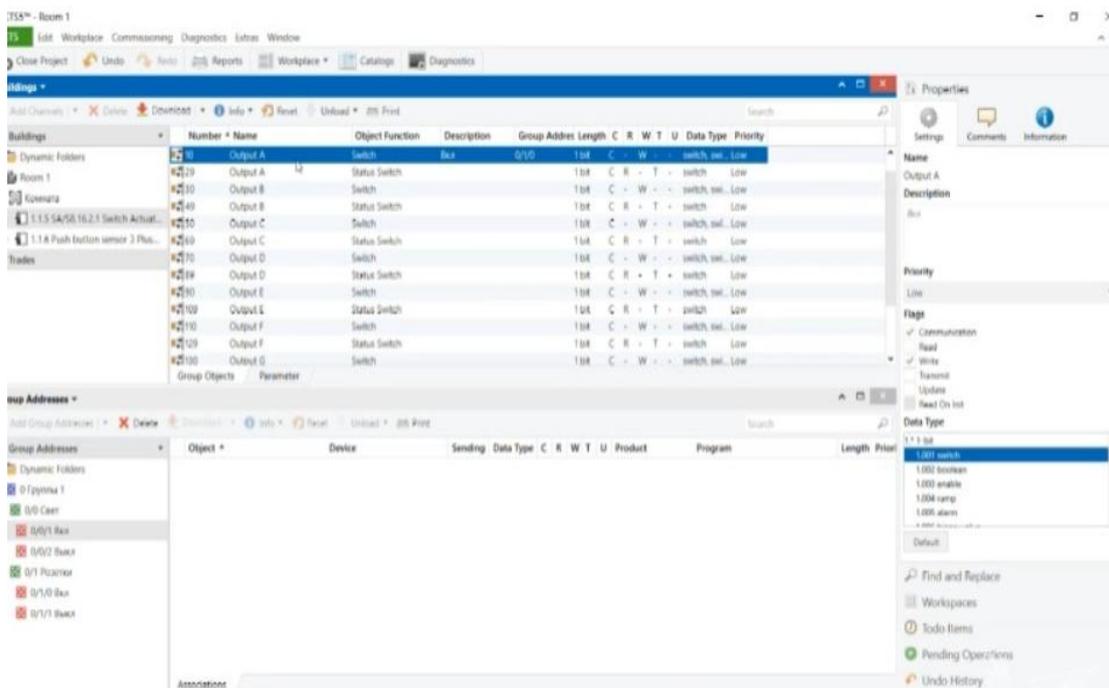


Рисунок 7 – Настройка параметров актуаторов

Настройка параметров рум-контроллера

1. Нажимаем на название рум-контроллера и переходим на вкладку Parameter.
2. Настраиваем управление рум-контроллером через Rocker 1 так, чтобы в нем было две кнопки: первая включает и выключает свет, а вторая – розетки. Переходим в раздел Push button sensor и в выпадающем списке выбираем Push button function. Сохраняем настройки нажатием на кнопку «ОК» (рис. 8).

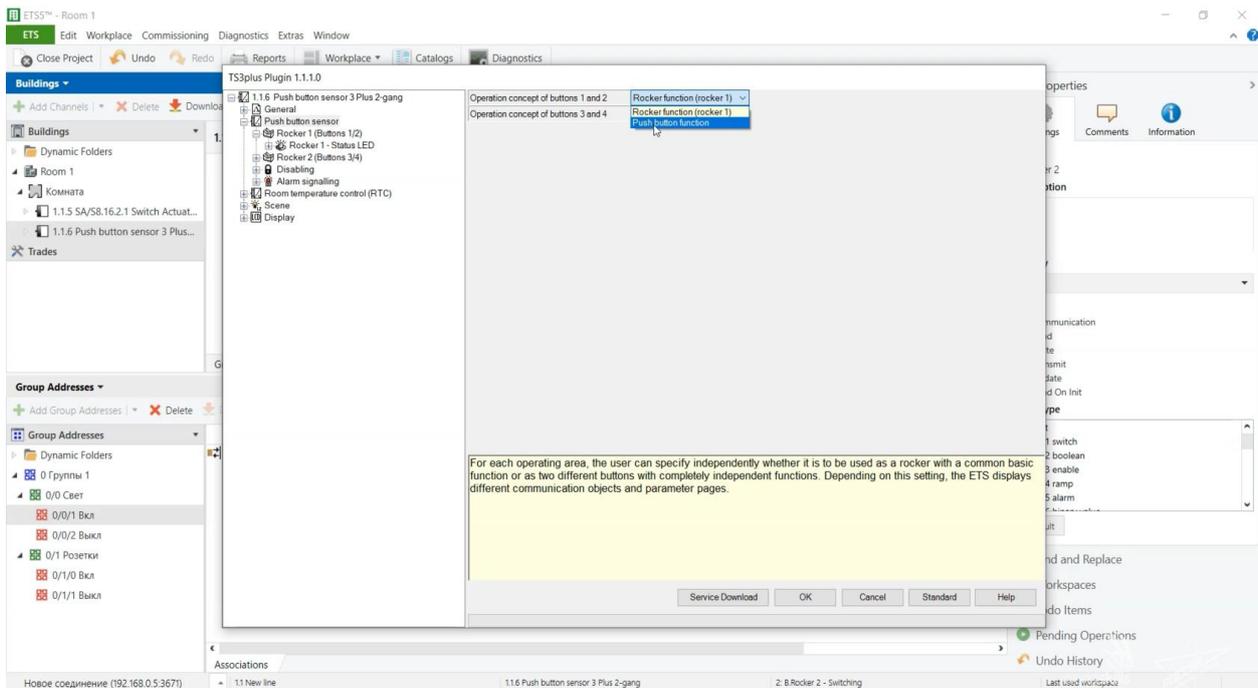


Рисунок 8 – Настройка управления рум-контроллером

3. Переходим во вкладку Group Objects, где вместо Rocker 1 появились строки Button 1 и Button 2. Добавляем Button 1 в группу «0/1/0», так как он отвечает за розетки. А Button 2 добавляем в группу «0/0/1», так как он отвечает за свет (рис. 9).

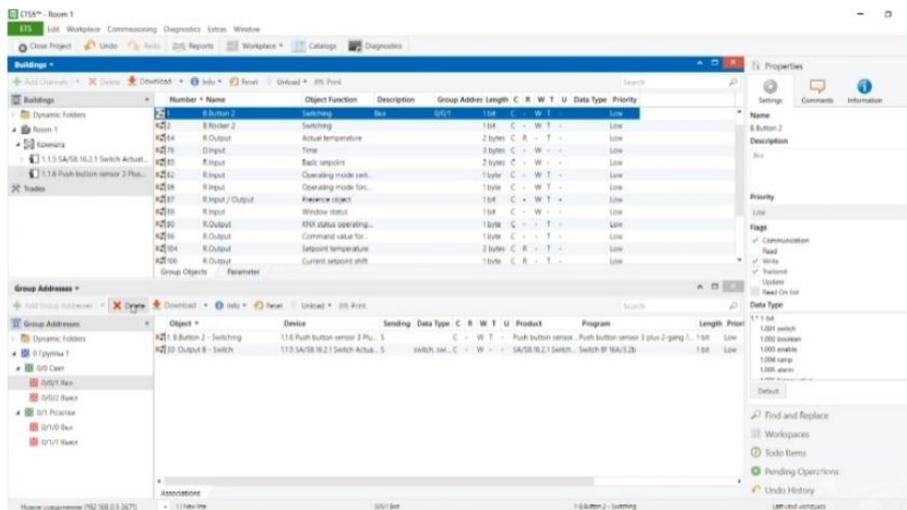


Рисунок 9 – Настройка управления приборами освещения

4. Создаем центральную функцию отключения всех элементов. Для этого снова переходим во вкладку Parameter и настраиваем Rocker 2 на отключение (рис. 10).

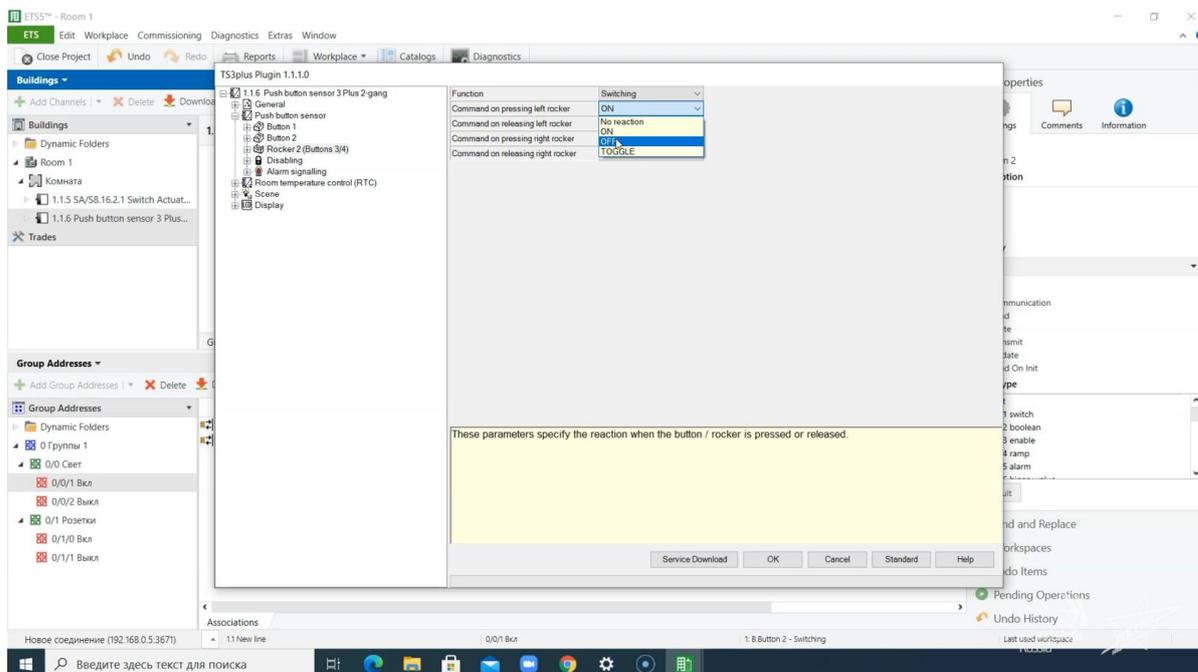


Рисунок 10 – Создание центральной функции отключения всех элементов

5. Переходим во вкладку Group Objects и добавляем Rocker 2 во все группы «Вкл» и «Выкл» (Rocker 2 нужно добавлять в группу «Вкл», чтобы организовать обратную связь между групповыми адресами)
6. Загружаем созданную программу в устройство.

Результатом работы стала система, позволяющая реализовать управление освещением и розетками с одного рум-контроллера, которая также реализует центральные функции включения и выключения.

Контрольные вопросы

1. Характеристика системы «Умный дом».
2. Преимущества системы KNX.
3. Составляющие системы KNX.
4. Этапы проектирования системы KNX.
5. Этапы настройки параметров актуатора.
6. Этапы настройки параметров рум-контроллера.
7. Структура групп управления системой.
8. Программа ETS. Предназначение, преимущества.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ПОДГОТОВКЕ К КВАЛИФИКАЦИОННЫМ ЭКЗАМЕНАМ

В данном разделе представлены задания для самостоятельного выполнения, которые помогут при подготовке к экзаменам по профессиональным модулям ПМ.01-05.

Теоретические вопросы

1. Вводы электропроводок в строения различного характера.
2. Особенности монтажа электропроводок в животноводческих фермах и на чердаках зданий.
3. Конструктивные элементы кабелей. Выбор сечения проводов и кабелей для электропроводок.
4. Общие сведения об электропроводках. Область применения тросовой электропроводки.
5. Подготовка зданий под монтаж электроустановок.
6. Классификация опор ВЛ и порядок их установки.
7. Технология соединения проводов электропроводки и их оконцевание. Контроль качества контактных соединений.
8. Строительно-монтажные работы при сооружении подстанций.
9. Технология заделки концов кабеля с помощью термоусаживаемой концевой муфты. Последовательность монтажа термоусаживаемой концевой муфты.
10. Этапы монтажа трансформаторных подстанций. Техника безопасности при монтаже трансформаторных подстанций.

Задачи для самостоятельного решения

В случае затруднения при решении задач, необходимо обратиться к справочной информации приложения.

Задача 1

Ответвление в жилой дом выполнено алюминиевыми проводами на изоляторах по системе фаза+О. Коэффициент $C = 7,7$. Расстояние

между опорами 17 м. Предполагаемая нагрузка 4 кВт. Определить сечение ответвления при $\Delta U = 5 \%$.

Задача 2

Определите сечение алюминиевого провода 4-проводной линии длиной 75 м трехфазного тока напряжением 380/220 В, предназначенной для подключения силовой нагрузки 22 кВт. Монтаж осуществляется проводом марки АПВ. Нагрузка сосредоточена в конце линии. Допустимая потеря напряжения $\Delta U = 5 \%$, $C = 46$.

Задача 3

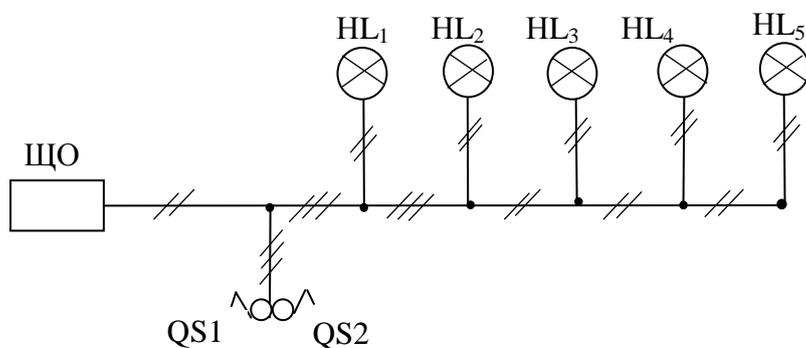
Сопротивление целого участка проводника равно $R_x = 0,05 \text{ Ом}$, а падение напряжения на контактном соединении $U_2 = 0,55 \text{ мВ}$. Ток испытаний равен 0,01 А. Определите качество контактного соединения.

Задача 4

Сопротивление целого участка проводника равно $R_x = 0,05 \text{ Ом}$, а падение напряжения на контактном соединении $U_2 = 0,55 \text{ мВ}$. Ток испытаний равен 0,01 А. Определите качество контактного соединения.

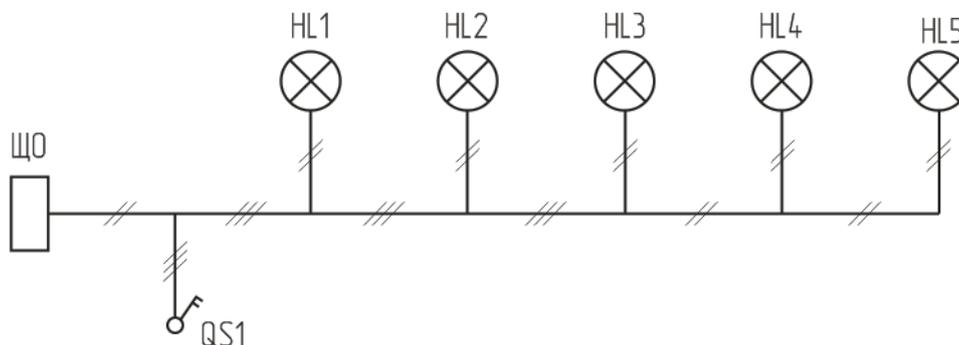
Задача 5

Расшифруйте однолинейную схему осветительных электроустановок и переведите ее в многолинейную. Расшифруйте обозначенные на схеме элементы.



Задача 6

Расшифруйте однолинейную схему осветительных электроустановок и переведите ее в многолинейную. Расшифруйте обозначенные на схеме элементы.

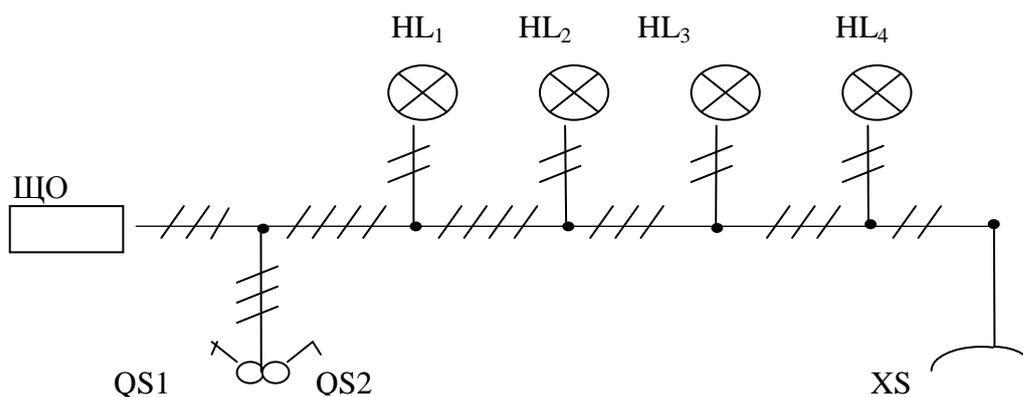


Задача 7

Выбрать площадь сечения алюминиевых проводов для однофазной линии напряжением 380/220 В в осветительной сети. Длина линии $l = 300$ м, нагрузка $P = 5$ кВт. Значение коэффициента $C = 7,7$.

Задача 8

Преобразовать однолинейную схему присоединения четырех ламп накаливания и штепсельной розетки двумя выключателями к осветительной сети в многолинейную.



Задача 9

Определить качество контактных соединений, если при испытании падение напряжения на участке целого проводника равно 6 мВ, а на участке контакта – 8 мВ.

Задача 10

При электромонтажных работах в цехе предприятия возникла необходимость определить сечение алюминиевого провода 4-проводной линии длиной 150 м трехфазного тока напряжением 380/220 В, по которой будет запитана осветительная нагрузка 15 кВт. Монтаж осуществляется проводом марки АПВ. Нагрузка сосредоточена в конце линии. Допустимая потеря напряжения $\Delta U = 2,5 \%$, $C = 46$.

Тестовые задания

1. Датчики предназначены:

- 1) для усиления сигнала, поступающего от элемента сравнения и передачи его на другие элементы автоматики;
- 2) измерения и преобразования сигнала, поступающего на его вход, в другую физическую величину;
- 3) преобразования контролируемой величины в электрический сигнал;
- 4) преобразования контролируемой величины в механическую величину.

2. При снижении температуры металлов электрическая проводимость:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не оказывает влияния.

3. Подбор электродвигателя к рабочей машине ведется по режиму:

- 1) холостого тока;
- 2) минимальной загрузки;
- 3) номинальной загрузки;
- 4) перегрузки.

4. Автоматические выключатели защищают осветительные сети:

- 1) от токов коротких замыканий;
- 2) токовых перегрузок;
- 3) механических повреждений;
- 4) снижения напряжения;
- 5) отключения питания.

5. Температура плавления меди равна:

- 1) 590°C ;
- 2) 1083°C ;
- 3) 1539°C ;
- 4) 2500°C .

6. Общий КПД многоступенчатого привода равен:

- 1) среднему значению КПД всех ступеней;
- 2) произведению КПД всех ступеней;
- 3) сумме КПД всех ступеней.

7. Фазное напряжение (В) при симметричной нагрузке, соединенной по схеме «звезда», с линейным напряжением 380 В равно:

- 1) 380;
- 2) 220;
- 3) 127;
- 4) 100.

8. Для изготовления электронагревательных элементов применяется:

- 1) манганин;
- 2) алюминий;
- 3) нихром;
- 4) золото.

9. Сталью называется сплав железа:

- 1) с бором;
- 2) хромом;
- 3) марганцем;
- 4) углеродом.

10. Дежурное освещение производственных помещений от рабочего составляет:

- 1) 2 %;
- 3) 10 %;
- 2) 5 %;
- 4) 8 %.

11. При работе разрядной лампы от сети переменного тока в качестве балластного элемента используют:

- 1) резистор;
- 2) емкость;
- 3) индуктивность;
- 4) диод.

12. Единица измерения светового потока:

- 1) лк;
- 3) лк·с;
- 2) кд;
- 4) лм.

13. Электрический ток – это:

- 1) перемещение заряженных частиц от одного полюса магнита к другому;
- 2) упорядоченное движение электрических зарядов под действием сил электрического поля;
- 3) редкие флуктуации электрических зарядов в магнитном поле.

14. Манометрический термометр принимают для измерения:

- 1) температуры;
- 2) давления;
- 3) давления и температуры;
- 4) дифференциального давления.

15. Сопротивление металлического терморезистора с увеличением температуры:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не меняется;
- 4) изменение зависит от материала.

16. Люминофор предназначен:

- 1) для облегчения зажигания лампы;
- 2) стабилизации работы лампы;
- 3) преобразования УФ-излучений в видимые;
- 4) повышения коэффициента мощности лампы.

17. Название провода, который нагревается сильнее, если ток, протекающий по нему, сечение и длина одинаковы:

- 1) стальной;
- 2) медный;
- 3) алюминиевый.

18. Сплав меди с цинком называется:

- 1) дуралюмин;
- 2) бронза;
- 3) латунь;
- 4) баббит.

19. Соответствие между световой величиной и единицей измерения:

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1) световой поток; | а) люмен (лм); |
| 2) сила света; | б) кандела (кд); |
| 3) освещенность. | в) люкс-секунда (лк·с); |
| | г) люкс (лк). |

20. Световой прибор, перераспределяющий свет лампы внутри больших телесных углов:

- 1) светильник;
- 2) прожектор;
- 3) проектор;
- 4) прожектор заливающего света.

21. Люксметром измеряют:

- 1) световой поток;
- 3) освещенность;
- 2) силу света;
- 4) экспозицию.

22. Силу света определяют по формуле:

- 1) $I = \frac{F}{\omega}$;
- 3) $I = F \cdot \omega$;
- 2) $I = \frac{\omega}{F}$;
- 4) $I = E \cdot \omega$.

23. Тепловое реле защищает электроустановку:

- 1) от понижения напряжения;
- 2) токов перегрузки;
- 3) перенапряжения;
- 4) токов короткого замыкания.

24. Для защиты электродвигателя от холостого хода при обрыве передаточного ремня необходимо установить:

- 1) реле напряжения на зажимы электродвигателя;
- 2) тахогенератор на вал электродвигателя;
- 3) реле контроля скорости на вал рабочей машины;
- 4) реле тока на зажимы электродвигателя.

25. Переменный однофазный ток частотой 50 Гц изменяет свое направление в 1 секунду:

- 1) 100 раз;
- 2) 500 раз;
- 3) 25 раз.

26. Соединение проводников заземления при их монтаже осуществляется:

- 1) скруткой;
- 2) пайкой;
- 3) сваркой;
- 4) опрессовкой.

27. Вещества, почти не проводящие электрический ток:

- 1) диэлектрики;
- 2) электреты;
- 3) сегнетоэлектрики;
- 4) пьезоэлектрический эффект;
- 5) диоды.

28. Единицы измерения активной мощности:

- 1) киловатт;
- 2) киловольт-ампер;
- 3) вар.

29. Лампа ДРИ является:

- 1) вакуумной;
- 2) высокого давления;
- 3) низкого давления;
- 4) сверхвысокого давления.

30. Видимое излучение (свет) – это часть оптического излучения в диапазоне длин волн:

- 1) 1–380 нм;
- 2) 1– 10^6 нм;
- 3) 380–760 нм;
- 4) 760– 10^6 нм.

31. Единица измерения силы света:

- 1) лк;
- 2) лк·с;
- 3) кд;
- 4) лм.

32. При нагреве металлического терморезистора его сопротивление:

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) увеличивается до определенного значения, а потом уменьшается.

33. Коэффициентом чувствительности датчика называют отношение:

- 1) выходного параметра к входному;
- 2) входного параметра к выходному;
- 3) изменения выходного параметра к изменению входного;
- 4) изменения входного параметра к изменению выходного.

34. Для изготовления электронагревательных элементов применяется:

- 1) алюминий;
- 2) нихром;
- 3) золото.

35. Электрическая проводимость металла после его пластической деформации:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не меняется.

36. В трехфазную сеть с линейным напряжением 220 В включен трехфазный двигатель, каждая из обмоток которого рассчитана на 127 В. Обмотки двигателя при этом надо соединить по схеме:

- 1) «звезда»;
- 2) «треугольник»;
- 3) «звезда» с нейтральным проводом;
- 4) «зигзаг».

37. В металлах проявляется явление сверхпроводимости при температуре:

- 1) $+273^{\circ}\text{C}$;
- 2) $+100^{\circ}\text{C}$;
- 3) -273°C ;
- 4) -0°C .

38. Прибор для измерения силы тока в электрической цепи:

- 1) амперметр;
- 2) вольтметр;
- 3) психрометр;
- 4) ваттметр.

39. Трансформаторы, которые используются для питания электроэнергией бытовых потребителей:

- 1) измерительные;
- 2) сварочные;
- 3) силовые.

40. Неподвижная часть электрогенератора:

- 1) статор;
- 2) ротор;
- 3) трансформатор;
- 4) коммутатор;
- 5) катушка.

41. Единицы измерения полной мощности:

- 1) вольт;
- 2) киловольт-ампер;
- 3) вар.

42. Наибольший срок службы бывает у лампы:

- 1) ЛБ;
- 2) ДРЛ;
- 3) ДНаТ;
- 4) ДРИ.

43. Прибор для измерения напряжения в электрической цепи:

- 1) амперметр;
- 2) ваттметр;
- 3) вольтметр;
- 4) омметр.

44. Буква, обозначающая напряжение:

- 1) R;
- 2) I;
- 3) U;
- 4) Q.

45. Входным параметром фотодатчика является:

- 1) сила тока;
- 2) проводимость;
- 3) освещенность.

46. Устройство, преобразующее энергию источника постоянного тока в энергию незатухающих колебаний, называется:

- 1) усилителем;
- 2) генератором;

- 3) выпрямителем;
- 4) множителем напряжения.

47. В ветви, содержащей чисто емкостной элемент C :

- 1) ток отстает от напряжения по фазе на угол φ ;
- 2) ток опережает напряжение по фазе на угол φ
- 3) напряжение отстает от тока по фазе на угол $\pi/2$;
- 4) ток отстает от напряжения по фазе на угол $\pi/2$.

48. Обозначение в паспорте (треугольник/звезда) электродвигателя соответствует напряжению:

- 1) 220/380;
- 2) 380/220;
- 3) 380/127;
- 4) 660/380.

49. При использовании редуктора передаваемая мощность:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

50. Закон Ома выражается формулой:

- 1) $U = R/I$;
- 2) $U = I/R$;
- 3) $I = U/R$;
- 4) $R = I/U$.

51. Вращающаяся часть электрогенератора:

- 1) статор;
- 2) ротор;
- 3) трансформатор;
- 4) коммутатор;
- 5) катушка.

52. Электрическое поле – это:

- 1) особый вид материи, существующий вокруг любого электрического заряда;
- 2) упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике;
- 3) беспорядочное движение частиц вещества.

53. Автоматический комбинированный выключатель защищает электроустановку:

- 1) от понижения напряжения;
- 2) токов короткого замыкания;
- 3) перенапряжений.

54. Единицы измерения сила тока, напряжения и мощности:

- 1) килограмм (кг), кандела (кд), секунда (с);
- 2) Ом (Ом), фарада (Ф), киловатт (кВт);
- 3) ампер (А), вольт (В), ватт (Вт).

55. При прохождении тока по проводнику в нем выделяется теплота в соответствии с законом:

- 1) Ленца-Джоуля;
- 2) Ома;
- 3) Кирхгофа;
- 4) Кулона.

Общие указания по выполнению практических работ

Все работы выполняются на лабораторном стенде «Монтаж и наладка электрических сетей жилых и офисных помещений» (НМН1–ЭСЖП).

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Снимите с рамы электромонтажного стола (электромонтажной панели) перфорированную панель и расположите ее на горизонтальной поверхности.

Вставьте в отверстия перфорированной панели в местах крепления оборудования пластмассовые клипсы.

Закрепите оборудование на панели с помощью винтов-саморезов путем ввинчивания их в пластмассовые клипсы.

Произведите электромонтаж в соответствии со схемой электрических соединений.

Установите на раму электромонтажного стола (электромонтажной панели) перфорированную панель.

Соедините гнездо защитного заземления " \oplus " перфорированной панели электромонтажного стола (электромонтажной панели) с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания.

Убедитесь, что все коммутационные аппараты отключены.

Соедините клеммные зажимы L, N, РЕ собранной схемы соответственно с гнездами L1, N, РЕ трехфазного источника питания электромонтажного стола (электромонтажной панели).

Установите переключатель таймера АЗ в нижнее положение.

Установите рукоятку регулятора времени отключения таймера АЗ в желаемое положение, например, 1 мин.

Включите трехфазный источник питания электромонтажного стола (электромонтажной панели). О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.

Пробником проконтролируйте наличие напряжения на зажиме «1» и отсутствие напряжения на зажимах «2...4» выключателя нагрузки Q1 и шине защитного заземления «РЕ».

Включите выключатель нагрузки Q1. При этом должен загореться светодиод счетчика Р11.

Пробником проконтролируйте наличие напряжения на зажиме «1» и отсутствие напряжения на зажимах «2» и «N» дифференциального выключателя Q2.

Включите дифференциальный выключатель Q2.

Пробником проконтролируйте наличие напряжения на зажимах «1» автоматических выключателей QF1 и QF2 и отсутствие напряжения на зажимах «2» автоматических выключателей QF1 и QF2 и нулевой шине «N».

Включите автоматический выключатель QF1.

Пробником проконтролируйте наличие напряжения на зажиме «2» автоматического выключателя QF1 и в розетке X1.

Включите автоматический выключатель QF2. При этом должна загореться лампа EL2 в светильнике A6.

Нажмите и отпустите клавишу выключателя Q4. При этом лампа EL2 в светильнике A6 должна продолжать гореть.

Переведите переключатель таймера A3 в верхнее положение. При этом лампа EL2 в светильнике A6 должна погаснуть примерно через 1 мин.

Нажмите и отпустите клавишу выключателя Q4. При этом должна загореться лампа EL2 в светильнике A6 и затем погаснуть примерно через 1 мин.

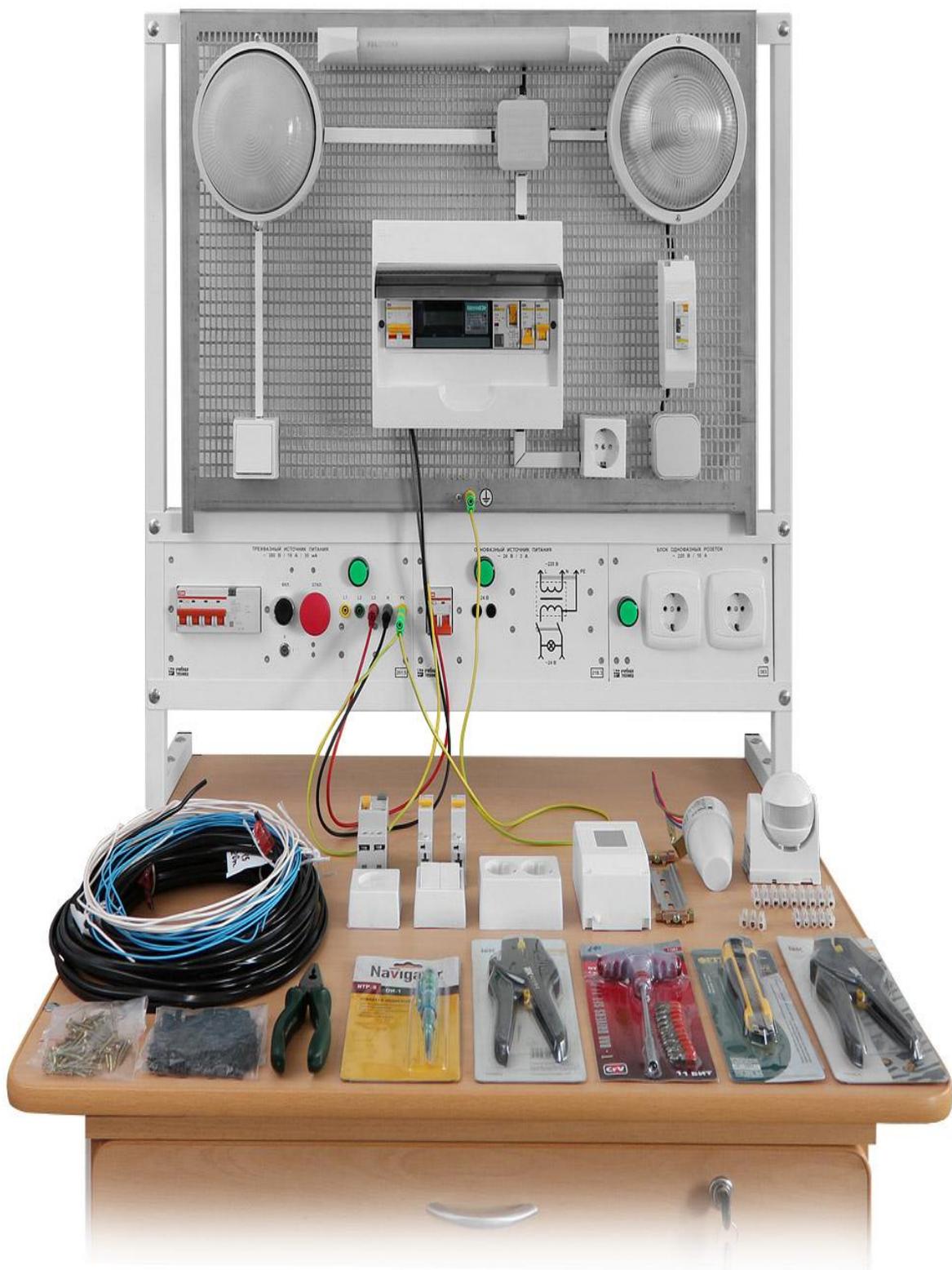
Еще раз нажмите и отпустите клавишу выключателя Q4. При этом вновь должна загореться лампа EL2 в светильнике A6 и затем погаснуть примерно через 1 мин.

Включите выключатель Q3. При этом должна загореться лампа EL1 в светильнике A5.

Включите выключатель светильника A7 с люминесцентной лампой. При этом в нем должна загореться лампа.

По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания нажатием на кнопку «красный гриб». Снимите оборудование с перфорированной панели. Выньте из перфорированной панели пластмассовые клипсы путем нажатия на них с тыльной стороны.

Пример смонтированной групповой электрической сети освещения с таймером и розеток в квартире с системой заземления TN–C–S представлен на рисунке.



Групповая электрическая сеть освещения с таймером и розеток в квартире с системой заземления TN–C–S

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Монтаж и наладка цепей распределительного шкафа квартиры с двухпроводной электрической сетью

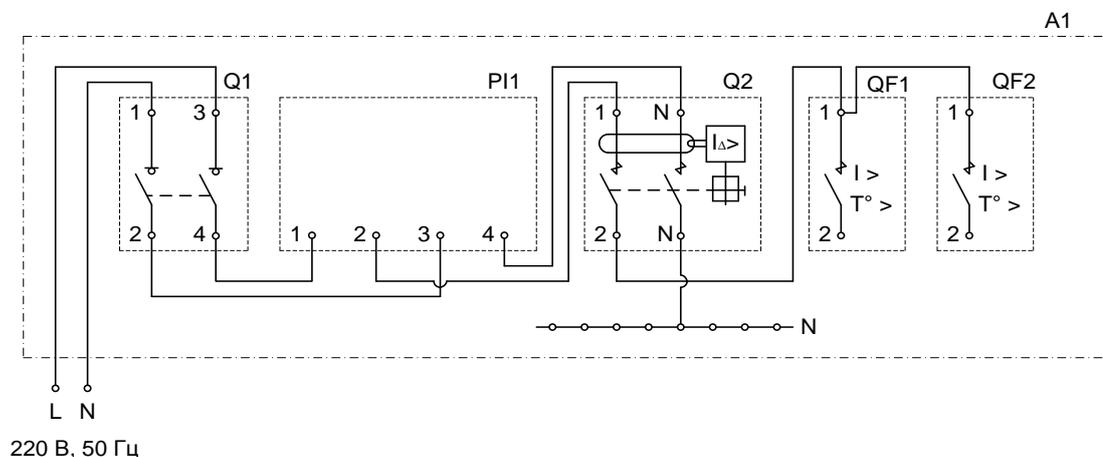


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
A1	Корпус модульный пластиковый ЩРН-П-12 навесной	1
Q1	Выключатель нагрузки ВН-32 2P 32 А	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1-63 2P 32 А 30 мА	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47-29 1P 16 А характеристика С	2
PI1	Счетчик электрической энергии однофазный однотарифный «Меркурий 201.2»	1
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	1
	Отвертка-пробник ОП-1	1
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС-0, 18-6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Монтаж и наладка цепей распределительного шкафа квартиры с системой заземления TN–C–S

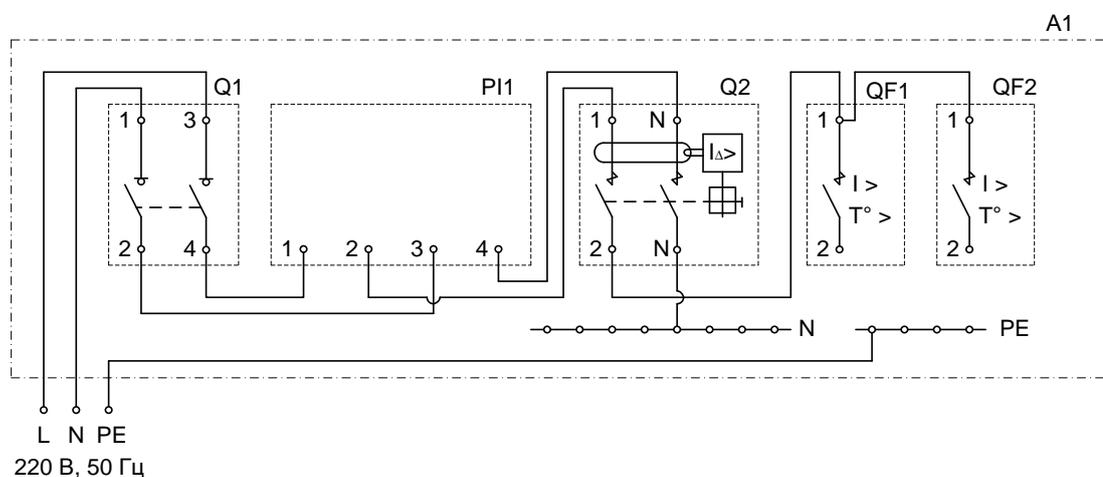


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
A1	Корпус модульный пластиковый ЩРН–П–12 навесной	1
Q1	Выключатель нагрузки ВН–32 2Р 32 А	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1–63 2Р 32 А 30 мА	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47–29 1Р 16 А характеристика С	2
PI1	Счетчик электрической энергии однофазный однотарифный «Меркурий 201.2»	1
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	1
	Отвертка-пробник ОП–1	1
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС–0,18–6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Монтаж и наладка цепей распределительного шкафа офиса с системой заземления TN–C–S

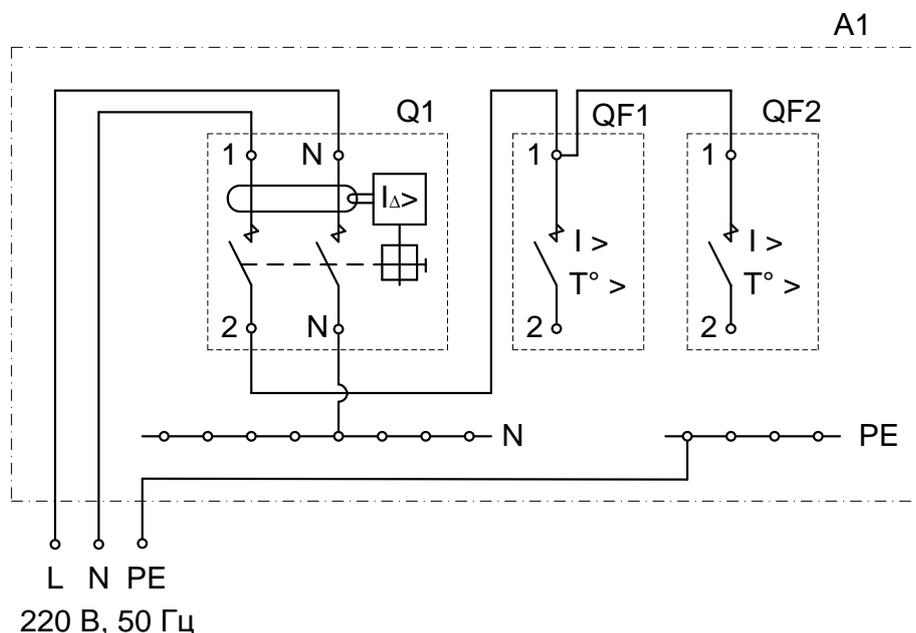


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
A1	Корпус модульный пластиковый ЩРН–П–12 навесной	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1–63 2Р 32 А 30 мА	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47–29 1Р 16 А характеристика С	2
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	1
	Отвертка-пробник ОП–1	1
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС–0,18–6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 4

Монтаж и наладка групповой двухпроводной электрической сети освещения и розеток в квартире

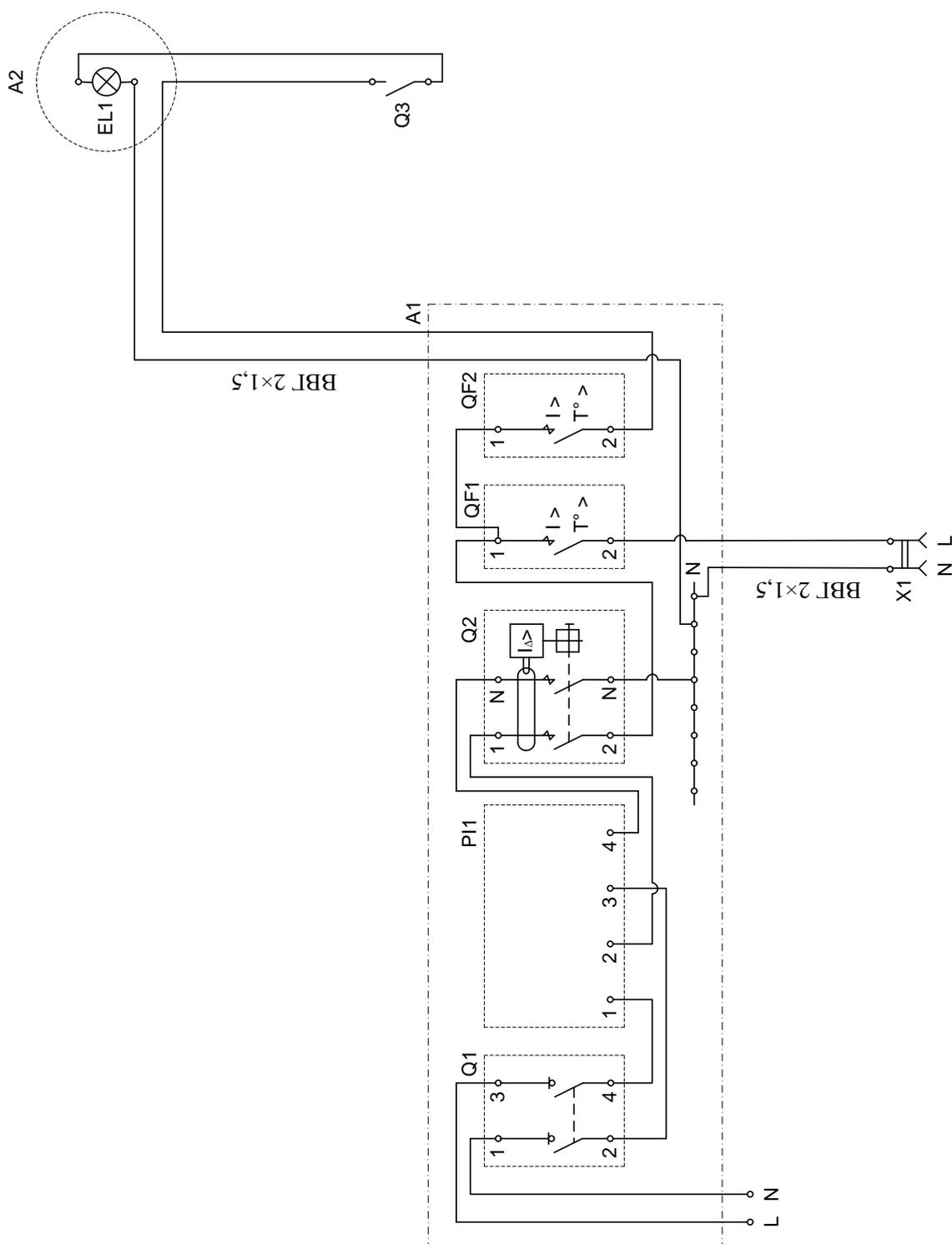


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
A1	Корпус модульный пластиковый ЦРН-П-12 навесной	1
Q1	Выключатель нагрузки ВН-32 2Р 32 А	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1-63 2Р 32 А 30 мА	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47-29 1Р 16 А характеристика С	2
PI1	Счетчик электрической энергии однофазный одно-тарифный «Меркурий 201.2»	1
X1	Розетка одноместная для открытой установки без заземляющего контакта 16 А / 250 В РС20-2-ББ	1
Q3	Выключатель одноклавишный для открытой установки 10 А / 250 В ВС20-1-0-ББ	1
A2	Светильник НПП 2602А	1
EL1	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	1
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Провод ВВГ 2×1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10×7 мм	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	3
	Отвертка-пробник ОП-1	1
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС-0, 18-6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 5

Монтаж и наладка групповой электрической сети освещения и розеток в квартире с системой заземления TN–C–S

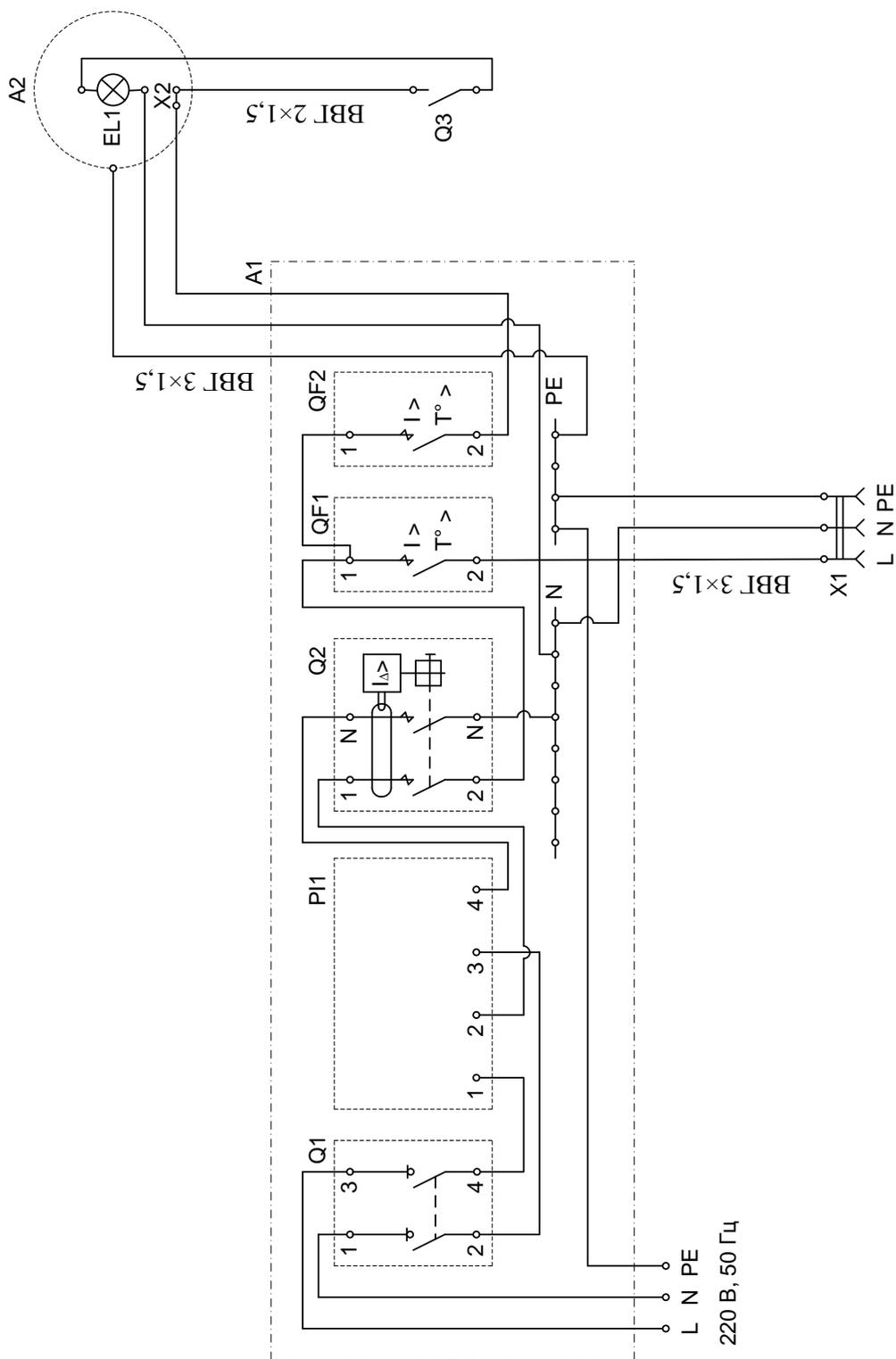


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
A1	Корпус модульный пластиковый ЩРН-П-12 навесной	1
Q1	Выключатель нагрузки ВН-32 2Р 32 А	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1-63 2Р 32 А 30 мА	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47-29 1Р 16 А характеристика С	2
PI1	Счетчик электрической энергии однофазный однотарифный «Меркурий 201.2»	1
X1	Розетка одноместная для открытой установки с заземляющим контактом 16 А / 250 В РС20-3-ББ	1
X2	Зажимы контактные винтовые серии ЗВИ-5	1
Q3	Выключатель одноклавишный для открытой установки 10 А / 250 В ВС20-1-0-ББ	1
A2	Светильник НПП 1301	1
EL1	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	1
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Провод ВВГ 2×1,5 мм ²	По месту
	Провод ВВГ 3×1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10×7 мм	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 12×12 мм	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	3
	Отвертка-пробник ОП-1	1
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС-0,18-6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 6

Монтаж и наладка групповой электрической сети освещения и розеток в офисе с системой заземления TN-C-S

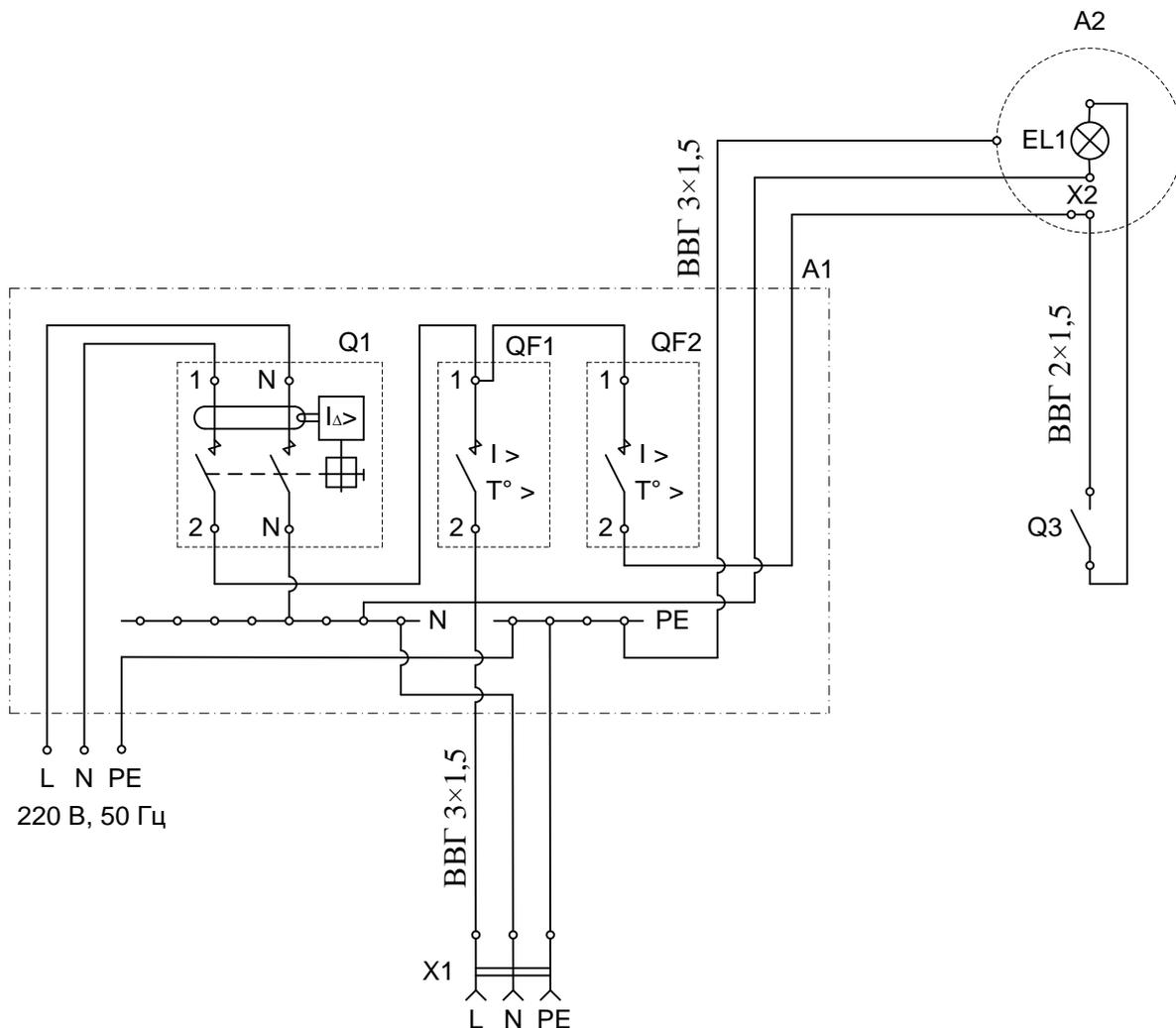


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
1	2	3
A1	Корпус модульный пластиковый ЦРН-П-12 навесной	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1-63 2Р 32 А 30 мА	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47-29 1Р 16 А характеристика С	2
X1	Розетка одноместная для открытой установки с заземляющим контактом 16 А / 250 В РС20-3-ББ	1

Окончание табл.

1	2	3
X2	Зажимы контактные винтовые серии ЗВИ-5	1
Q3	Выключатель одноклавишный для открытой установки 10 А / 250 В ВС20-1-0-ББ	1
A2	Светильник НПП 1301	1
EL1	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	1
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Провод ВВГ 2×1,5 мм ²	По месту
	Провод ВВГ 3×1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10×7 мм	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 12×12 мм	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	3
	Отвертка-пробник ОП-1	1
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС-0,18-6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 7

Монтаж и наладка цепи электрического освещения с датчиком движения

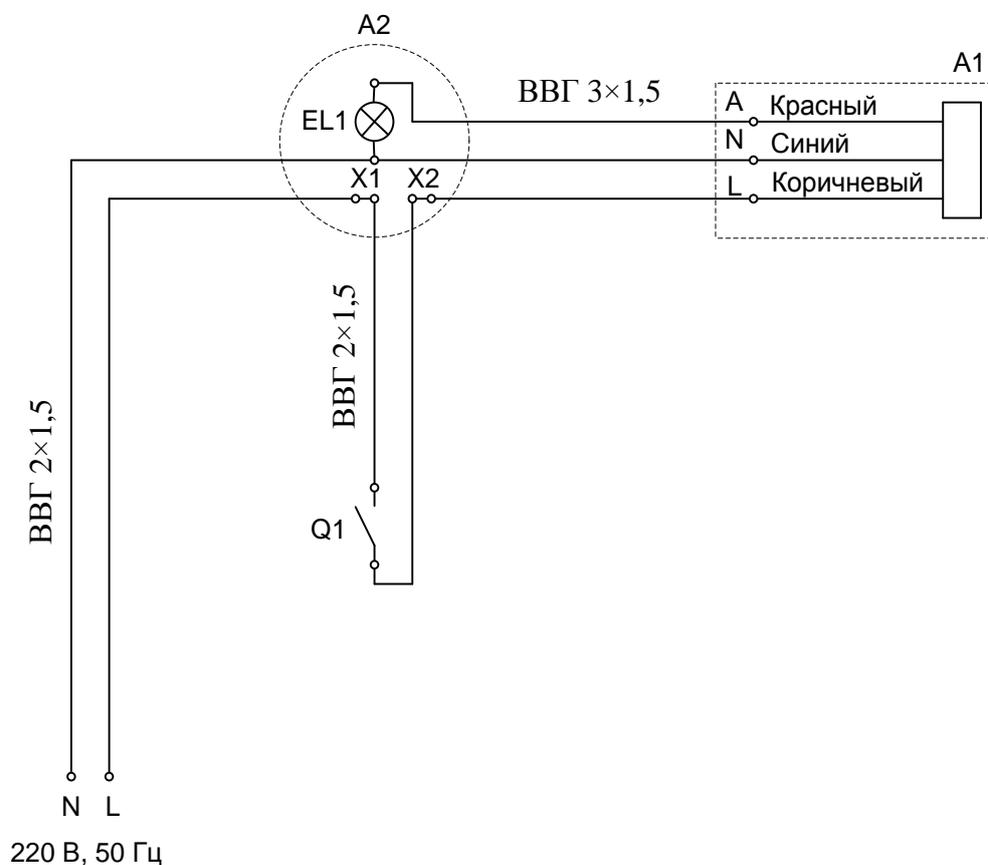


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
1	2	3
Q1	Выключатель одноклавишный для открытой установки 10 А / 250 В ВС20-1-0-ББ	1
A1	Датчик движения инфракрасный ДД 009	1
A2	Светильник НПП 2602А	1
EL1	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	1
X1, X2	Зажимы контактные винтовые серии ЗВИ-5	2
	Провод ВВГ 2x1,5 мм ²	По месту
	Провод ВВГ 3x1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10x7 мм	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 12x12 мм	По месту

Окончание табл.

1	2	3
	Клеши для резки провода и снятия с него изоляции АС–0,18–6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 8

Монтаж и наладка цепи электрического освещения с фотореле

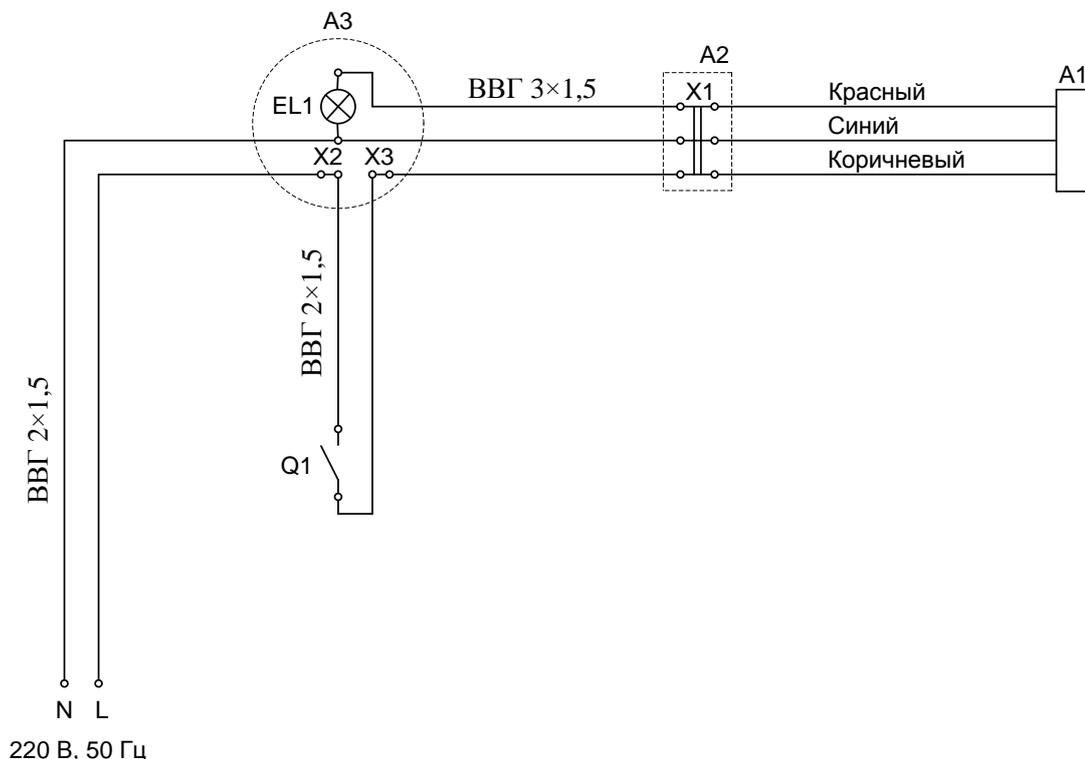


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
1	2	3
Q1	Выключатель одноклавишный для открытой установки 10 А / 250 В ВС20-1-0-ББ	1
A1	Фотореле ФР 601	1
A2	Коробка распаячная КМ41236	1
A3	Светильник НПП 2602А	1
EL1	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	1
X1 – X3	Зажимы контактные винтовые серии ЗВИ-5	5
	Провод ВВГ 2×1,5 мм ²	По месту
	Провод ВВГ 3×1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10×7 мм	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 12×12 мм	По месту
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС-0,18-6	1
	Пассатижи	1

Окончание табл.

1	2	3
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 9

Монтаж и наладка цепи электрического освещения с таймером

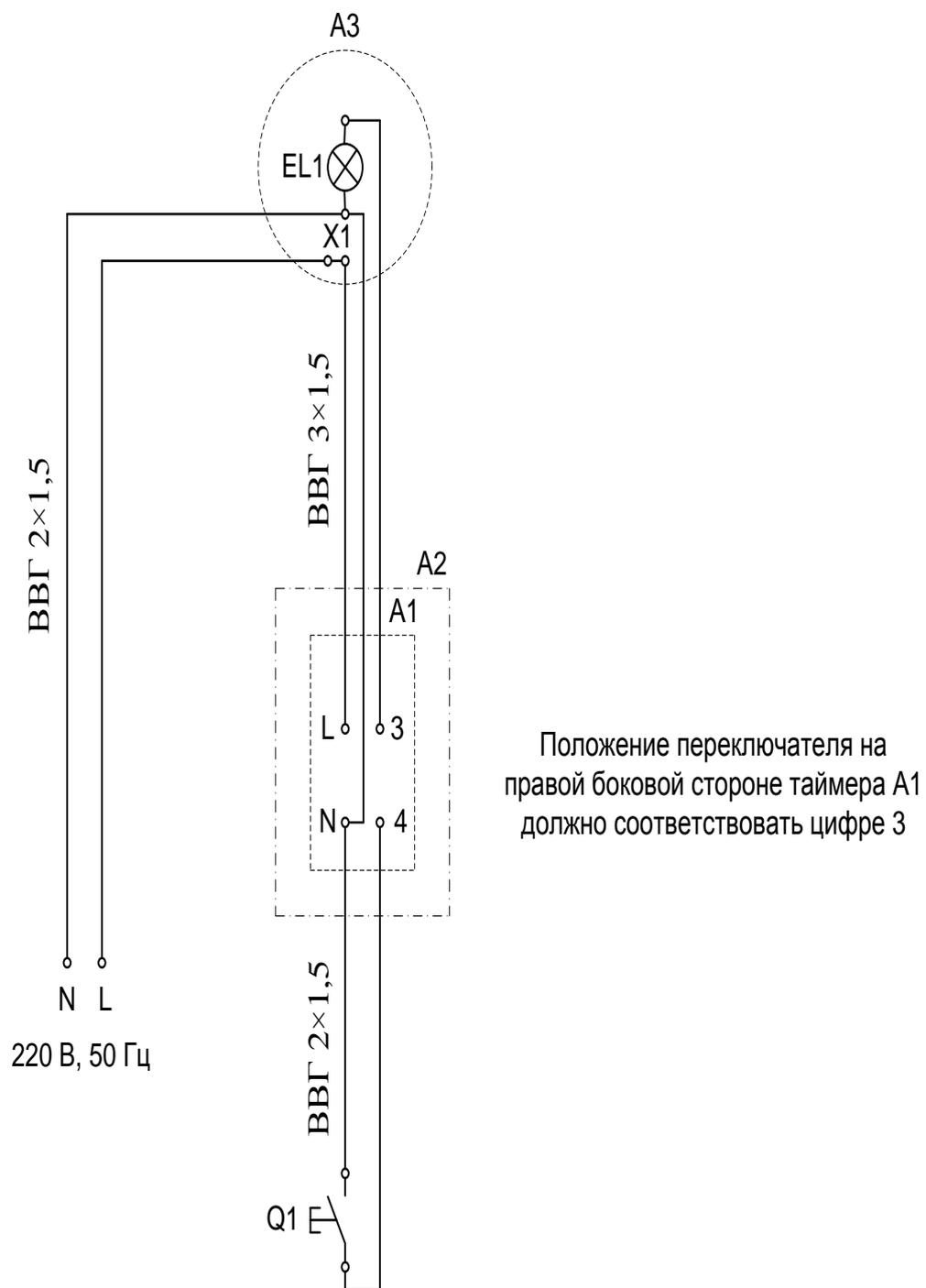


Схема электрическая соединений (1)

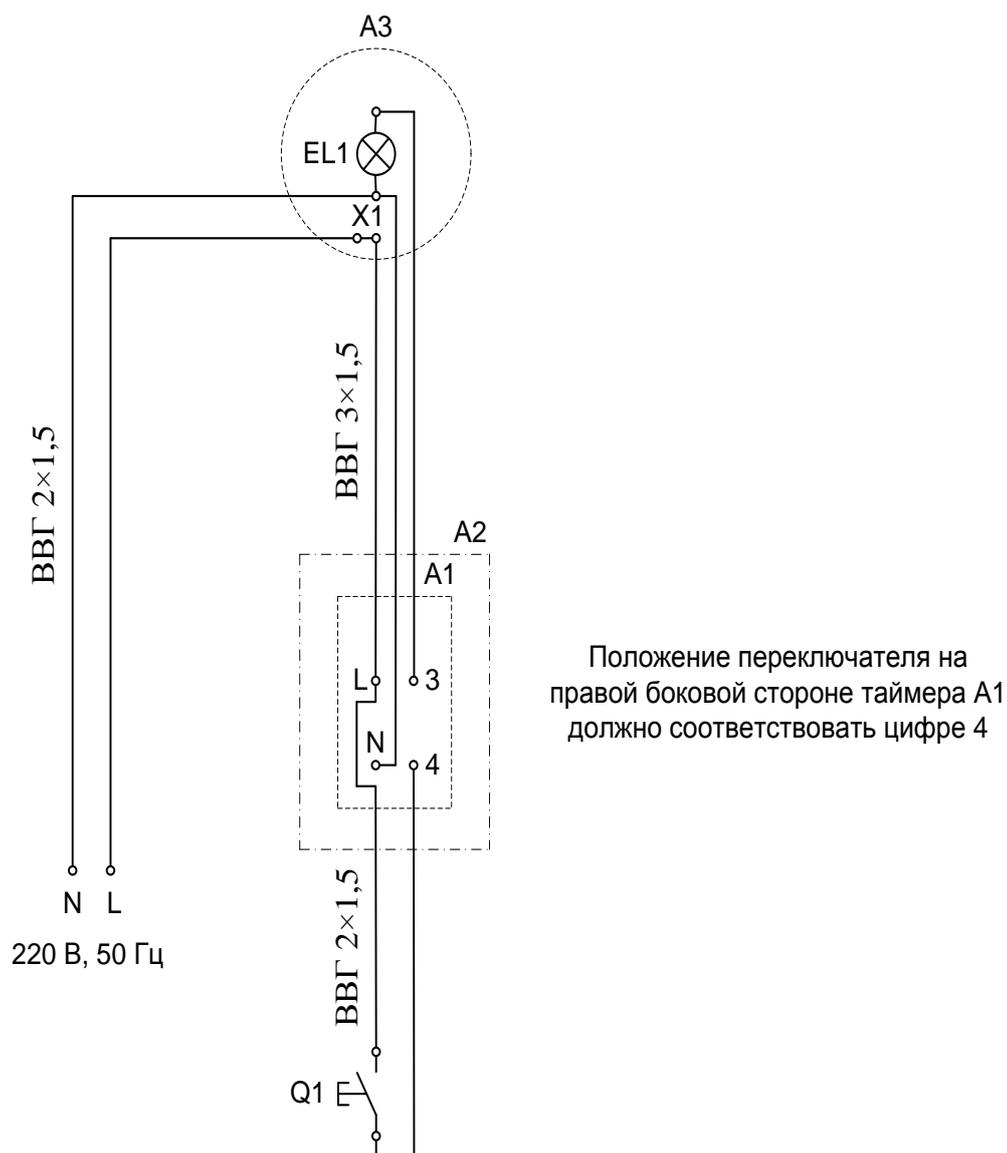


Схема электрическая соединений (2)

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
1	2	3
Q1	Клавишный выключатель Legrand Quteo без фиксации белый (артикул 782205)	1
A1	Таймер освещения ТО-47	1
A2	Светильник НПП 2602А	1
EL1	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	1
X1	Зажимы контактные винтовые серии ЗВИ-5	1
	Провод ВВГ 2×1,5 мм ²	По месту

Окончание табл.

1	2	3
	Провод ВВГ 3×1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10×7 мм	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 12×12 мм	По месту
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС–0,18–6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 10

Монтаж и наладка групповой электрической сети освещения с таймером и розеток в квартире с системой заземления TN-C-S

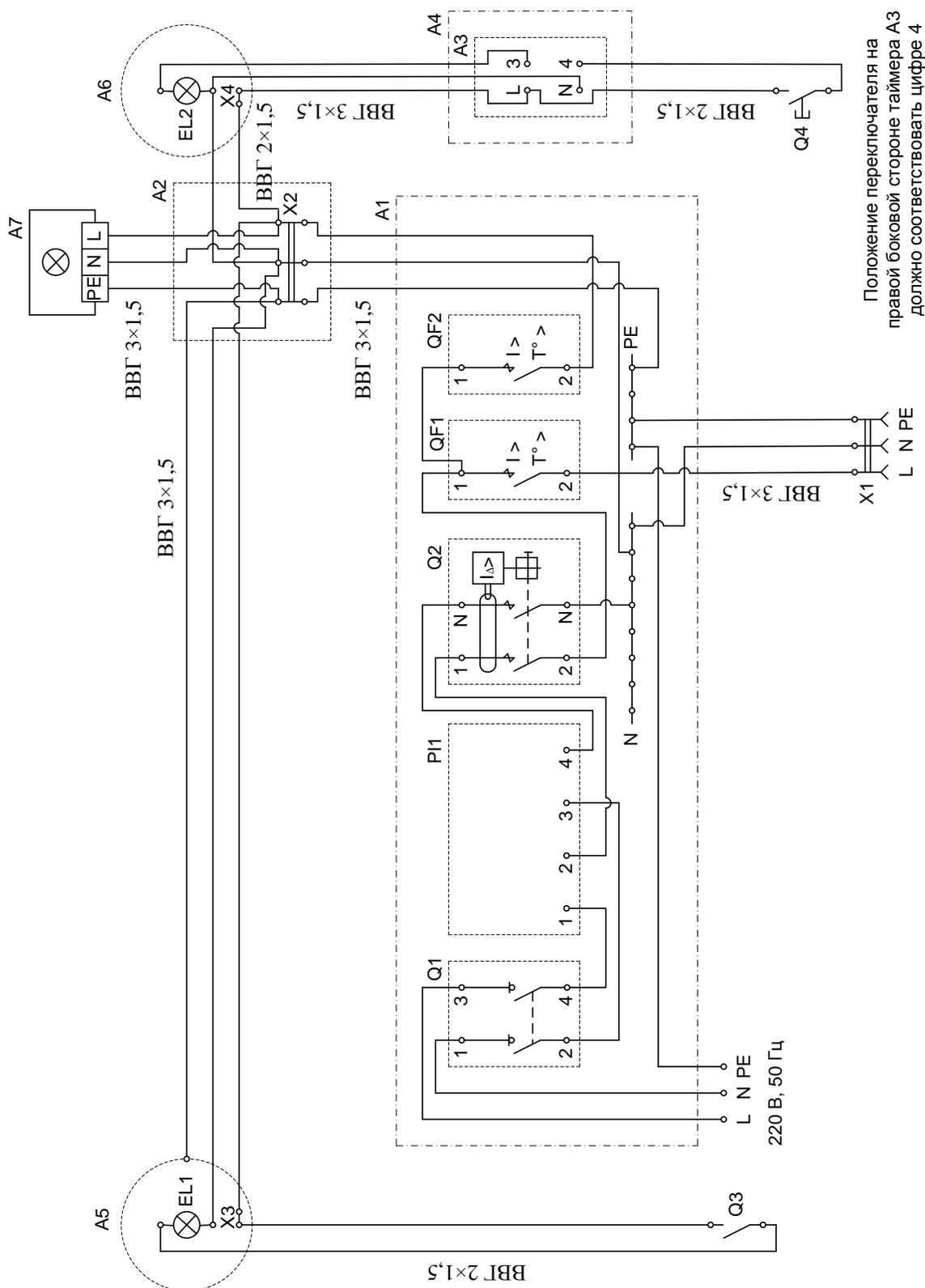


Схема электрическая соединений

Спецификация используемых компонентов

Обозначение	Наименование	Кол-во
A1	Корпус модульный пластиковый ЩРН-П-12 навесной	1
A2	Коробка распаячная КМ41236	1
A3	Таймер освещения ТО-47	1
A4	Бокс КМПн 1/2 навесной	1
Q1	Выключатель нагрузки ВН-32 2Р 32 А	1
Q2	Выключатель дифференциальный ВД1-63 2Р 32 А 30 мА	1
Q3	Выключатель одноклавишный для открытой установки 10 А / 250 В ВС20-1-0-ББ	1
Q4	Клавишный выключатель Legrand Quteo без фиксации белый (артикул 782205)	1
QF1, QF2	Автоматический выключатель ВА47-29 1Р 16 А характеристика С	2
PI1	Счетчик электрической энергии однофазный однотарифный «Меркурий 201.2»	1
X1	Розетка одноместная для открытой установки с заземляющим контактом 16 А / 250 В РС20-3-ББ	1
X2 – X4	Зажимы контактные винтовые серии ЗВИ-10	5
A5	Светильник НПП 1301	1
A6	Светильник НПП 2602А	1
A7	Светильник с люминесцентной лампой ЛПО 3011 (длина 411 мм)	1
EL1, EL2	Лампа люминесцентная энергосберегающая КЭЛ-S E27 9 Вт 2700 К Т3	2
	Провод ПВ1 1,5 Б	По месту
	Провод ПВ1 1,5 Ч	По месту
	Провод ВВГ 2×1,5 мм ²	По месту
	Провод ВВГ 3×1,5 мм ²	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 10×7 мм	По месту
	Кабель-канал «ЭЛЕКОР» 12×12 мм	По месту
	Кабельный ввод – сальник, d=20 мм, белый	3
	Клещи для резки провода и снятия с него изоляции АС-0,18-6	1
	Пассатижи	1
	Набор отверток для электромонтажа	1
	Нож строительный	1
	Шайба 4	По месту
	Шайба 5	По месту
	Клипса пластмассовая	По месту
	Винт-саморез 3×20	По месту

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В лабораторном практикуме, разработанном по стандартам WorldSkills Russia по компетенции «Электромонтаж», изложен теоретический материал для освоения профессионального модуля ПМ.05, подготовки к квалификационным и демонстрационным экзаменам, а также для отработки практических навыков обслуживания электроустановок и выполнения электромонтажных работ.

Способы монтажа электроустановок, а тем более требования по их эксплуатации, постоянно меняются. Поэтому знать и правильно применять такие навыки – основная задача квалифицированного специалиста. Хорошо, если удастся решить будущие производственные задачи с помощью полученных знаний и умений. Авторы надеются, что в решении этих задач данная книга окажет практическую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные требования к компетенциям лиц, завершивших обучение по образовательным программам среднего профессионального образования. URL: <https://esat.worldskills.ru>.
2. Компетенция «Электромонтаж». URL: <https://nationalteam.worldskills.ru/skills/elektromontazh>.
3. *Сенигов, П.Н.* Монтаж и наладка электрических сетей жилых и офисных помещений. Руководство по выполнению базовых экспериментов. МНЭСЖП.001 РБЭ (2907)/ *П.Н. Сенигов.* – Челябинск: ИПЦ «Учебная техника», 2013. – 46 с.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 1. Общий раздел. Глава 1.2. Электроснабжение и электрические сети. 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 1. Общий раздел. Глава 1.6. Измерения электрических величин. 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 1. Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности. – 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.
7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 2. Передача электроэнергии. Глава 2.1. Электропроводки. – 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.
8. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 5. Электросиловые установки. Глава 5.1. Электромашинные помещения. – 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.
9. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 6. Электрическое освещение. – 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.
10. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий. – 7-е изд.: утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2007 г. № 204. Москва: Сфера, 2007.

11. *Бастрон, А.В.* Практикум по подготовке электротехнического персонала на группу II по электробезопасности / *А.В. Бастрон*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 144 с.

12. *Бастрон, А.В.* Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / *А.В. Бастрон, А.В. Чебодаев, А.Г. Черных*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – Ч. 1. – 291 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Выбор сечения проводов различными способами

Электропроводка должна соответствовать условиям окружающей среды, ценности сооружений и их архитектурным особенностям.

Изоляция проводов и кабелей должна соответствовать номинальному напряжению сети, а защитные оболочки – способу прокладки. Нулевые провода должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводов.

Сечение проводов выбирают, руководствуясь значением допустимой потери напряжения, допустимого нагрева проводов током нагрузки и условиями механической прочности.

Допустимые потери напряжения в осветительных сетях составляют 2,5 % от номинального напряжения, в силовых сетях – 10 %. Допустимая плотность тока зависит от материала жилы провода, вида изоляции, способа прокладки, сечения жилы.

Для алюминиевых жил плотность тока составляет 1,6–10 А/мм², для медных – 2–17 А/мм². Большие значения плотности тока допускаются для малых сечений проводов: 1,5; 2,5; 4 мм².

По условиям механической прочности для алюминиевых проводов приняты следующие минимальные сечения: для вводов к потребителям и подводки к электросчетчикам – 4 мм², для проводов в стояках жилых зданий – 6, для проводов на изоляторах, расположенных друг от друга до 6 м, – 4 мм², при расстоянии между изоляторами 12 м – 10 мм², 25 м – 16 мм². Минимальное сечение жил медных проводов по условиям механической прочности для переносных токоприемников составляет 0,75 мм², переносных шланговых кабелей – 1,5, кабелей для передвижных электроприемников – 2,5, провода для стационарной прокладки внутри помещения на роликах – 1, для прокладки на изоляторах – 1,5, для прокладки в наружных установках на роликах – 1,5, на изоляторах – 2,5 мм².

Сечение проводов по допустимой потере напряжения рассчитывают по формуле

$$S = \frac{M}{c \cdot \Delta U}, \quad (1)$$

где S – сечение провода, мм²;

M – момент нагрузки, кВт·м;

ΔU – допустимые потери напряжения, %;

C – коэффициент, зависящий от материала жилы, рода тока, значения напряжения и системы распределения энергии.

Например, для переменного тока значение коэффициента приведено в таблице.

Система распределения энергии	Значение напряжения, В	Значение коэффициента C	
		для медных жил	для алюминиевых жил
3ф+0	380/220	77	46
2ф+0	380/220	34	20
1Ф+0	220	12,8	7,7

Пример расчета:

Задание. Выбрать сечение медного провода для осветительной проводки для подключения нагрузки 2 кВт, длина трассы провода 100 м, питание выполнено по схеме 1Ф+0.

Решение 1. Выполняем расчет сечения провода по допустимой потере напряжения по формуле (1).

Момент нагрузки M определяется по формуле

$$M = P \cdot l, \text{ кВт}\cdot\text{м}, \quad (2)$$

где P – мощность потребителя (нагрузка), кВт;

l – длина линии, м;

$$M = P \cdot l = 2 \cdot 100 = 200 \text{ кВт}\cdot\text{м}.$$

Коэффициент C определяем по таблице при питании по схеме 1Ф+0, $C = 12,8$ для медного проводника.

ΔU – для осветительной сети составляет 2,5 %.

Определяем минимальное сечение проводника и принимаем ближайшее большее сечение из стандартного ряда сечений.

$$S = \frac{M}{C \cdot \Delta U} = \frac{200}{12,8 \cdot 2,5} = 6,25 \text{ мм}^2,$$

так как сечения провода 6,25 мм² не существует, то принимаем ближайшее большее сечение из стандартного ряда сечений – 10 мм².

2. Определяем минимальное сечение провода для осветительной проводки по механической прочности. Незащищенные, изолированные для стационарной проводки внутри помещений: по основаниям, на роликах, клицах и тросах – 1,0 мм².

3. Определяем минимальное сечение провода для осветительной проводки по длительному нагреву током нагрузки.

Необходимо определить наибольший ток нагрузки, который будет протекать по линии. Данный ток возникает при включении максимально возможной нагрузки на линии (например, при включении всех ламп). При питании по схеме 1Ф+0 наибольший ток нагрузки определяется по формуле

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}, \quad (3)$$

где U – напряжение сети, В;

P – мощность потребителя (нагрузка), Вт;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки. При чисто активной нагрузке (лампы накаливания, трубчатые нагревательные элементы), $\cos \varphi = 1$.

$$I = \frac{2000}{220 \cdot 1} = 9,09$$

Далее по таблице П.1 и таблице П.2 (приведена в качестве примера только для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами) определяем способ прокладки. Например, ищем по таблице ближайший больший длительно допустимый ток – 11 А, что соответствует сечению провода 0,5 мм².

Вывод. Из трех сечений проводов, полученных разными способами, выбираем наибольшее значение, которое получилось при определении сечения по допустимым потерям напряжения. Оно равно 10 мм².

Выбор сечений проводов по механической прочности. В большинстве случаев обходятся без проведения расчетов. Достаточно соблюдать установленные ПУЭ минимальные сечения проводов и предельные расстояния между точками крепления проводов, приведенные в таблице. Следует также соблюдать наименьшие сечения заземляющих и нулевых проводов.

Таблица П.1 – Наименьшие сечения проводов по механической прочности

Провод 1	Сечение жил, мм ²	
	2	3
Назначение	Медный	Алюми- ниевый
Для зарядки ОП: общего освещения внутри зданий	0,5	-
вне зданий	1,0	-
местного освещения стационарных неподвижных конструкций	0,5	-
подвижных конструкций	1,0	-
Для присоединения к сети настольных, переносных и ручных ОП, а также ОП местного освещения, под- вешиваемых на проводах прожекторов	0,75	-
Скрученные двухжильные с многопроволочными жилами для прокладки на роликах	1,0	-
Незащищенные изолированные для стационарной проводки внутри помещений: по основаниям, на роликах, клицах и тросах	1,0	2,5
на лотках, в неглухих коробах для жил, присоеди- няемых к винтовым зажимам	1,0	2,5
Для жил, присоединяемых пайкой: однопроволочных	0,5	-
многопроволочных	0,35	-
на изоляторах	1,5	4,0
На изоляторах в виде перекидок между фермами, стенами или колоннами при расстоянии между опо- рами: до 6 м	2,5	4,0
более 6 до 12 м	4,0	10,0
более 12 до 25 м	6,0	16,0
Незащищенные и защищенные изолированные (и кабели), прокладываемые в трубах, металлорукавах, глухих коробах, в замкнутых каналах или замоно- личено (в строительных конструкциях или под шту- катуркой)	1,0	2,5
Защищенные изолированные (и кабели) для стационар- ной проводки (без труб, рукавов и глухих коробов): для жил, присоединяемых к винтовым зажимам	1,0	2,5
для жил, присоединяемых пайкой: однопроволочных	0,5	-

Окончание табл. П.1

1	2	3
многопроволочных (гибких)	0,35	-
Незащищенные, изолированные в наружных проводках: по стенам, конструкциям или опорам на изоляторах	2,5	4,0
под навесами на роликах	1,5	2,5
Линии групповой сети в жилых и общественных зданиях	1,2	2,5
Линии до квартирных щитков и к расчетному счетчику	2,5	4,0
Линии, питающие сети в жилых и общественных зданиях, и стояки для питания квартир и комнат общежитий	4,0	6,0
Воздушные линии напряжением до 1 кВ	-	16,0
Ответвления от воздушной линии к вводам на расстояние: до 10 м	4,0*	16,0
более 10 до 25 м	6,0*	16,0

* Должны применяться самонесущие провода (марок АРТ, АВТ и т. п.).

Наименьшие расстояния между креплениями для различных проводов указываются в руководствах и инструкциях по их монтажу.

Расчет механической прочности проводов выполняется при проектировании воздушных линий и тросовых проводок.

Окончательно в осветительной сети принимаются наибольшие из сечений проводов, выбранные по условиям нагревания, потерь напряжения и механической прочности. Заметим также, что сечения могут быть скорректированы при выборе устройства защиты линии, поскольку между током защитного аппарата и сечением провода устанавливается определенная зависимость.

**Таблица П.2 – Допустимый длительный ток для проводников
и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией
с медными жилами**

Сечение токопрово- дящей жи- лы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	от- кры- то	в одной трубе				
		двух од- ножиль- ных	трех од- ножиль- ных	четырёх одно- жилльных	одного двух- жилльного	одного трех- жилльного
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА.....	8
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. Подготовка рабочего места и техника безопасности при выполнении работы	15
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. Подготовка к монтажу кабельного канала.....	20
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. Монтаж кабельного канала	26
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. Монтаж лотка.....	32
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. Монтаж щита.....	37
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. Монтаж приборов освещения.	43
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. Монтаж потребителей электроэнергии	52
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. Коммутация щита.....	60
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. Заземление.....	73
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10. Элементы управления электроустановок	81
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11. Ввод электроустановок в эксплуатацию	90
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12. Программирование FBD.....	97
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13. Программирование KNX.....	108
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ПОДГОТОВКЕ К КВАЛИФИКАЦИОННЫМ ЭКЗАМЕНАМ.....	116
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1. Монтаж и наладка цепей распределительного шкафа квартиры с двухпроводной электрической сетью	132
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2. Монтаж и наладка цепей распределительного шкафа квартиры с системой заземления TN–C–S.....	133

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3. Монтаж и наладка цепей распределительного шкафа офиса с системой заземления TN–C–S.....	134
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 4. Монтаж и наладка групповой двухпроводной электрической сети освещения и розеток в квартире...	135
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 5. Монтаж и наладка групповой электрической сети освещения и розеток в квартире с системой заземления TN–C–S.....	137
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 6. Монтаж и наладка групповой электрической сети освещения и розеток в офисе с системой заземления TN–C–S.....	139
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 7. Монтаж и наладка цепи электрического освещения с датчиком движения.....	141
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 8. Монтаж и наладка цепи электрического освещения с фотореле.....	143
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 9. Монтаж и наладка цепи электрического освещения с таймером.....	145
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 10. Монтаж и наладка групповой электрической сети освещения с таймером и розеток в квартире с системой заземления TN–C–S.....	148
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	150
ЛИТЕРАТУРА.....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	153

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И ВЫПОЛНЕНИЮ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

**ДЕБРИН Андрей Сергеевич
ЗАПЛЕТИНА Анна Владимировна**

Редактор Н.А. Семенкова

Электронное издание

Подписано в печать 23.08.2023. Регистрационный номер 168
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117